



José Alberto Dos Santos Almeida Mendes

Licenciatura em Ciências da
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

**Apoio a crianças com Perturbações a nível do
Desenvolvimento através de Jogos Sérios**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Orientador: Tiago Cardoso, Professor Doutor,
Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade Nova de Lisboa

Setembro, 2018



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Apoio a crianças com Perturbações a nível do Desenvolvimento através de Jogos Sérios

Copyright © José Alberto dos Santos Almeida Mendes, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Primeiramente, queria fazer um agradecimento especial ao meu orientador Professor Tiago Cardoso pela oportunidade que me concedeu de poder trabalhar num tema tão gratificante que permite o auxílio a crianças com necessidades especiais de educação, uma experiência inesquecível.

Queria também agradecer às terapeutas do Centro Diferenças – Centro de Desenvolvimento Infantil: Sofia Brás Monteiro e Ana Cristina Nascimento não só pela sugestão do tema, como também, pelo apoio incansável durante o processo de desenvolvimento do projeto e pela disponibilidade durante a fase de validação.

Por fim, queria agradecer á minha família e amigos pelo apoio que me prestaram, não só a nível emocional e motivacional, como também, pelas suas sugestões durante as fases mais rudimentares do projeto.

Resumo

O raciocínio lógico-matemático é uma qualidade essencial para o desenvolvimento da autonomia do ser-humano, contudo, o seu desenvolvimento requer estimulação e treino.

Tendo em conta que a estimulação do raciocínio em crianças permite obter resultados mais satisfatórios e duradouros do que em adultos pretende-se atuar nestas idades mais precoces do ser-humano.

O problema é a dificuldade de aprendizagem e integração de crianças com perturbações de desenvolvimento na sociedade sendo que estas costumam ser desacreditadas e separadas das outras crianças.

A solução proposta foi o desenho e desenvolvimento de um jogo digital sério, que permita motivar estas crianças a aprender de forma estimulante, obtendo assim, um melhor aproveitamento das suas capacidades e, idealmente, permitindo, uma melhor integração na sociedade.

O jogo foi desenvolvido em parceria com o Centro Diferenças (Centro de Excelência no âmbito do Desenvolvimento Infantil), estruturado de acordo com os processos metodológicos utilizados pelo mesmo.

Palavras-chave: jogo digital, jogo sério, perturbações de desenvolvimento, raciocínio matemático, reabilitação cognitiva

Abstract

Mathematical reasoning is an essential quality for the development of one's autonomy. Its development requires a lot of stimulation, training and effort.

The stimulation of this mathematical reasoning in children enables way better results than in adults and that's why we want to intervene in this younger phase of a human being.

The problem is the integration of these children with learning development difficulties in society, because normally, society doesn't give credit to them and separates them from the other kids.

A solution proposal is the design and development of a serious digital game that motivates these kids to learn in a stimulating way that can increase their concentration while learning, allowing a better utilization of their capacities and ideally, making their future integration in society something achievable.

This game was developed in partnership with Centro Diferenças (Centro de Excelência no âmbito do Desenvolvimento Infantil), structured with the methodological processes that they utilize.

Keywords: Digital Game, serious games, development issues, mathematical-thinking, cognitive rehabilitation.

Índice

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONTEXTO E MOTIVAÇÃO	2
1.2	RACIOCÍNIO LÓGICO-MATEMÁTICO	3
1.3	PROBLEMA A INVESTIGAR.....	5
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	6
2	ESTADO DA ARTE.....	9
2.1	JOGOS DIGITAIS.....	9
2.2	JOGOS DIGITAIS SÉRIOS.....	11
2.3	MÉTODOS DE DESENHO E DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS	13
2.4	EQUIPA DE DESENVOLVIMENTO DE JOGOS DIGITAIS.....	16
2.5	MOTORES DE JOGO.....	16
2.6	COMPARAÇÃO DOS MOTORES DE JOGO	20
2.7	ESTUDO DO MERCADO.....	21
2.8	COMPARAÇÃO DOS JOGOS.....	29
3	ILHA DOS NÚMEROS.....	31
3.1	REQUISITOS DO JOGO.....	31
3.2	PLANO DE DESENVOLVIMENTO.....	32
3.3	MODELO DO SISTEMA	34
3.4	DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA.....	36
3.5	COMPONENTE DIDÁTICA.....	37
3.6	COMPONENTE LÚDICA	40
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	43
4.1	COMPONENTE DIDÁTICA	43
4.2	COMPONENTE LÚDICA	45

4.3	SISTEMA DE LOGIN	49
5	VALIDAÇÃO.....	53
5.1	ANÁLISE DOS RESULTADOS POR E-MAIL.....	53
5.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA ATIVIDADE NO CLUBEMATH.....	55
5.3	FEEDBACK E ALTERAÇÕES	58
6	CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	63
6.1	CONCLUSÃO	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.2	CONTRIBUIÇÕES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
6.3	TRABALHO FUTURO.....	66
	BIBLIOGRAFIA	69
	ANEXOS.....	73
	OPINIÃO DAS TERAPEUTAS DO CENTRO DIFERENÇAS.....	73
	QUESTIONÁRIO REALIZADO NO CLUBMATH	75
	ANÁLISE DETALHADA DOS MOTORES DE JOGO.....	77
	RESULTADOS FINAIS DE CADA JOGADOR.....	80
	DOCUMENTAÇÃO DA CADEIRA TJD (TECNOLOGIAS DE JOGOS DIGITAIS.....	82

Lista de Tabelas

TABELA 1 - CARACTERÍSTICAS ESSENCIAIS DE UM MOTOR DE JOGO (PETRIDIS ET AL., 2012).....	17
TABELA 2 - COMPARAÇÃO DOS JOGOS.....	29
TABELA 3 – ANÁLISE DETALHADA DOS MOTORES DE JOGO	77

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 - LOGOTIPO DO STB.....	3
FIGURA 2.1 - LOGOTIPO DO UNREAL ENGINE	17
FIGURA 2.2 - JOGOS DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO UNREAL ENGINE.....	18
FIGURA 2.3 - LOGOTIPO DO BLENDER ENGINE.....	18
FIGURA 2.4 - JOGOS DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO BLENDER ENGINE.....	19
FIGURA 2.5 - LOGOTIPO DO MOTOR DE JOGO UNITY.....	19
FIGURA 2.6 - JOGOS DESENVOLVIDOS ATRAVÉS DO UNITY ENGINE	20
FIGURA 2.7 - COMPARAÇÃO DE QUATRO MOTORES DE JOGO.....	20
FIGURA 2.8 - LOGOTIPO DE MATH FOR KIDS.	23
FIGURA 2.9 - MATH GAMES.....	24
FIGURA 2.10 - MATH LAND: GAMES OF MENTAL ARITHMETIC	24
FIGURA 2.11 - MADU MATHS.....	25
FIGURA 2.12 - UM DOS NÍVEIS DE MADU MATHS.....	26
FIGURA 2.13 - <i>MATHORIA: IT ALL ADDS UP</i>	26
FIGURA 2.14 - LOGOTIPO DA INICIATIVA CLICKMAT	27
FIGURA 2.15 - JOGO DAS MATRÍCULAS DA APLICAÇÃO CLICMAT.....	28
FIGURA 3.1 - DIAGRAMA DE CASOS DE USO DA APLICAÇÃO.....	34
FIGURA 3.2 - SISTEMA GERAL RELATIVO AO FUNCIONAMENTO DA FERRAMENTA.....	35
FIGURA 3.3 - MODELO DA ORGANIZAÇÃO ESTRUTURAL DA APLICAÇÃO.....	36
FIGURA 3.4 - ESTRUTURA DOS NÍVEIS DIDÁTICOS.....	37
FIGURA 3.5 - FUNCIONAMENTO DE UM QUESTIONÁRIO.....	37
FIGURA 3.6 - CORES DE CADA PONTUAÇÃO	38
FIGURA 3.7 - MODELO DE QUESTÓES DOS NÍVEIS DIDÁTICAS.....	39
FIGURA 3.8 - ESTRUTURA DO <i>DATA CONTROLLER</i>	40
FIGURA 3.9 - TRANSFORMAÇÃO DE UM MODELO PARA LOW-POLYGON.....	41
FIGURA 4.1 - EXEMPLO DE UMA PERGUNTA NO DATA CONTROLLER.....	44
FIGURA 4.2 - FIM DO QUESTIONÁRIO E SUAS OPÇÕES.....	44
FIGURA 4.3 - EXEMPLO DE UMA QUESTÃO DOS NÍVEIS DIDÁTICOS	44

FIGURA 4.4 - VISÃO APROXIMADA DE PARTE DA ILHA	45
FIGURA 4.5 - VISÃO GERAL DA PRIMEIRA ETAPA 3D	45
FIGURA 4.6 - INTERFACE DO JOGADOR.....	46
FIGURA 4.7 - VISÃO GERAL DO “CASTELO DO SOM”.....	46
FIGURA 4.8 - UMA DAS TAREFAS DO “CASTELO DO SOM”	47
FIGURA 4.9 - UMA DAS SECÇÕES DO CASTELO	47
FIGURA 4.10 - VISÃO GERAL DO FORMATO DA PISTA.....	48
FIGURA 4.11 - CARRO-PERSONAGEM.....	48
FIGURA 4.12 - AS 4 PISTAS DO “DESAFIO FINAL”.....	48
FIGURA 4.13 - INTERFACE DO UTILIZADOR NO “DESAFIO FINAL”	49
FIGURA 4.14 - SISTEMA DE LOGIN	50
FIGURA 4.15 - ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO POR UTILIZADOR.....	50
FIGURA 5.1 - PARTICIPAÇÃO DOS JOGADORES	54
FIGURA 5.2 - NÚMERO DE NÍVEIS REPETIDOS	54
FIGURA 5.3 - IDADES DOS PARTICIPANTES NA ATIVIDADE CLUB MATH.....	55
FIGURA 5.4 - CLASSIFICAÇÃO DA DIFICULDADE DO JOGO.....	56
FIGURA 5.5 - AVALIAÇÃO GERAL DO JOGO	56
FIGURA 5.6 - "O QUÃO DIVERTIDO ACHASTE O JOGO?"	57
FIGURA 5.7 - “VOLTARIAS A JOGAR OU RECOMENDARIAS ESTE JOGO?”	57
FIGURA 5.8 - IMAGEM DOS BOTÕES DE LEITURA DE TEXTO	58
FIGURA 5.9 - MENU DA PRIMEIRA ETAPA "A ILHA"	59
FIGURA 5.10 - MENU INICIAL.....	59
FIGURA 5.11 - MENU DE UMA ETAPA DO “CASTELO DO SOM”	59
FIGURA 5.12 - INTERFACE DE UTILIZADOR NA ETAPA 3D “CASTELO DO SOM”.....	61
FIGURA 5.13 – UMA DAS SECÇÕES DE INSTRUÇÃO DO MENU INICIAL.....	61
FIGURA 6.1 - CRÉDITOS FINAIS DO JOGO	66

Lista de Siglas e Acrónimos

2D - Duas dimensões

3D - Três dimensões

DAM - Dificuldades de Aprendizagem da Matemática

DGE - Direção Geral de Educação

iOS - iPhone Operating System

NEE - Necessidades Especiais de Educação

RPG- Role-Playing Game

STB - Social Tech Booster

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

1 Introdução

A integração de crianças com necessidades especiais de educação (NEEs), requer uma atenção especial por parte de profissionais especializados que as possam guiar. Contudo, apesar deste tipo de terapias ter resultados fantásticos, existem certos problemas que, por vezes, não conseguem ser ultrapassados tais como a falta de concentração /motivação por parte das crianças, métodos dispendiosos (várias sessões terapêuticas), e o facto de a maior parte do desenvolvimento da criança ocorrer quando está sobre vigia destes profissionais criando um certo desaproveitamento da aprendizagem /tempo.

As crianças com este tipo de dificuldades necessitam de uma educação especial não só para o desenvolvimento das suas capacidades individuais, como também, para se integrarem socialmente pois costumam ser excluídas por parte dos seus colegas (Avramidis, Avgeri, & Strogilos, 2018).

No seguimento destes problemas surge a necessidade de criar uma forma de fazer com que as crianças possam aprender e desenvolverem-se mesmo quando estão sozinhas, não só para aproveitarem o tempo e a aprendizagem, como também, para ganharem uma certa independência que é crucial sobretudo em crianças com perturbações de desenvolvimento.

Realçando ainda o problema descrito anteriormente com mais detalhe, verifica-se que mesmo com todo o desenvolvimento e avanço tecnológico existente falta, ainda assim, a integração desejada de tecnologias da informação e comunicação (TIC) em equipas de ação social e médica.

É neste âmbito que surge a possibilidade da utilização de jogos sérios (educativos), para melhorar a eficiência, motivação, integração e aprendizagem destas crianças. Estes jogos têm como objetivo principal o ensino e não o entretenimento e, para além disso, oferecem uma forma inovadora de ensino pois não só ensinam variados conceitos aos seus utilizadores, como também, permitem que estes apliquem o que aprenderam (Michael & Chen, 2005).

1.1 Contexto e motivação

Esta dissertação procura abordar o problema da falta de inclusão das TIC em equipas de ação social e médica sendo que o ideal seria o desenvolvimento de uma aplicação que permita as crianças estarem focadas e motivadas na sua tarefa de aprendizagem de forma a que estas possam disfrutar da mesma, divertindo-se ao mesmo tempo.

O problema deste tipo de aplicações é que podem ensinar conceitos errados às crianças, tais como, a criação de hábitos indesejados e a diminuição da habilidade de raciocínio devido á repetição de tarefas, contudo, se estas aplicações forem desenvolvidas de forma correta, podem ser determinantes no processo de aprendizagem das crianças pois permitem que elas queiram aprender por elas próprias sem a necessidade da presença constante de um adulto / terapeuta que as possa vigiar e guiar neste processo de aprendizagem.

Os resultados obtidos através deste tipo de aplicações podem, posteriormente, ser analisados por alguém especializado na área para determinar o progresso da criança (Valkenburg & Piotrowski, 2017), como é o exemplo do trabalho desenvolvido no centro DIFERENÇAS (Centro de Desenvolvimento Infantil) com o objetivo de fornecer todas as condições necessárias e suficientes às crianças com este tipo perturbações, tendo em conta que, em muitos casos, é possível uma reversão completa da situação.

Surge então a iniciativa do STB (Social Tech Booster - (<http://stb.uninova.pt>) que desenvolve jogos e sistemas educacionais dedicados a esta causa por parte de alunos finalistas, que surgem como resultado de parcerias entre Estruturas de Apoio Social e Universidades ou Politécnicos (Cardoso, Santos, Santos, & Barata, 2015).



Figura 1.1 - Logotipo do STB

Através desta iniciativa foi-nos então sugerido por duas doutoras do Centro DIFERENÇAS (Sofia Brás Monteiro e Ana Cristina Nascimento) que o desenho e desenvolvimento do jogo focasse a noção de número com o objetivo de complementar o trabalho destas com crianças com dificuldades de aprendizagem da Matemática (DAM) devido ao facto de estas sentirem uma escassez de aplicações direcionadas a este elemento da matemática. Um documento escrito por estas doutoras sobre a sua experiência nesta iniciativa encontra-se na secção 8.1 dos anexos.

A ideia não é o jogo substituir os profissionais desta área, mas sim, servir como uma forma de complementação ao seu trabalho, criando um método de trabalho com relatórios que possibilitam uma análise posterior.

Para a compreensão dos requerimentos no desenvolvimento de um jogo que possam maximizar a aprendizagem do raciocínio matemático de crianças com perturbações de desenvolvimento e a sua integração, segue-se um estudo da definição de raciocínio lógico-matemático

1.2 Raciocínio lógico-matemático

O desenvolvimento de competências matemáticas é essencial para o desenvolvimento da autonomia do ser-humano.

“A um nível psicológico, o contacto com a matemática ajuda a desenvolver uma mente analítica e uma melhor organização de ideias e expressão do que pensamos (...) A matemática ajuda o ser-humano a interpretar de acordo com as suas ideias e a tirar as suas próprias conclusões. Tem um papel predominante no nosso dia-a-dia e tornou-se um fator indispensável para o progresso.” (Fatima, 2012).

A matemática é considerada uma das disciplinas principais para todos os estudantes. Cada vez mais, os requisitos mínimos expectáveis por parte dos trabalhadores na indústria de áreas envolventes da matemática necessitam de ter não só a capacidade de utilizar os conhecimentos matemáticos, mas, sobretudo, a capacidade de ter um raciocínio matemático criativo consoante o problema em questão. É possível observar-se não só nos livros e nos exames nacionais de matemática, como também nos próprios programas educativos que as exigências do conhecimento matemático têm vindo a aumentar ao longo dos anos.

O raciocínio matemático não pode ser adquirido simplesmente através da leitura de livros ou na presença de aulas/palestras na área da matemática, é algo que o ser-humano tem de aprender consigo mesmo através da constante procura de problemas, resultados e significados (Anghileri, 2005).

Como tal, torna-se crucial que as crianças desenvolvam capacidades de raciocínio lógico-matemático prematuramente, contudo, o estudo da matemática não é algo que costume ser procurado por motivação própria, especialmente, por parte de crianças, surgindo assim, a necessidade de criar novos meios mais apelativos e cativantes para estas desenvolverem os seus conhecimentos, tais como a utilização de jogos digitais sérios.

Apesar da utilização dos jogos sérios ter vindo a aumentar, a sua utilização na área da matemática pode trazer certos problemas como o facto de os utilizadores estudarem os padrões do jogo criando hábitos errados e resolvendo as questões sem efetuarem os cálculos necessários. Para precaver este problema, no capítulo seguinte iremos estudar em mais detalhe o conceito de jogos digitais sérios, mas resumidamente, a solução consiste em tornar o objetivo principal do jogo a educação e não a diversão dos utilizadores. Desta forma estes não terão

apenas o objetivo de completar o jogo e estarão mais focados em aprender o que o jogo tem para lhes ensinar (Mangowal, Yuhana, Yuniarno, & Purnomo, 2017).

1.3 Problema a investigar

Devido á importância do raciocínio lógico-matemático abordado na secção 1.2, á qualidade e eficiência no ensino através de jogos educacionais abordados na secção 1.1, e á dificuldade de integração de crianças com necessidades especiais de educação na sociedade, surge então a necessidade de criar um protótipo inovador que lhes proporcione uma aprendizagem eficiente, divertida e motivadora, estudando assim a possibilidade da integração de tecnologias de informação e comunicação nas equipas de ação social e médica.

É então que surge a proposta de criação de um jogo digital sério por duas doutoras do Centro DIFERENÇAS (Sofia Brás Monteiro e Ana Cristina Nascimento) que irão utilizá-lo para maximizarem o aproveitamento das suas consultas com estas crianças, ajudando, observando e analisando o progresso destas ao longo da sua experiência com o jogo com o intuito de exercitar o seu raciocínio lógico-matemático, possibilitando assim uma melhor integração na sociedade a estas crianças.

Foi-nos sugerido por estas doutoras que o jogo focasse a noção de número devido ao facto de estas sentirem uma escassez de aplicações direcionadas a esta componente da matemática.

O foco desta dissertação é, portanto:

Desenvolvimento de um jogo digital sério, direcionado a crianças pertencentes a um intervalo de idades dos 4 aos 10 anos, com perturbações de desenvolvimento com o intuito de as auxiliar a desenvolver e a exercitar as suas capacidades de raciocínio lógico-matemático.

Surgem então três características principais que a aplicação necessita possuir:

- Ambiente de jogo apelativo.
- Dificuldade coerente, proporcionando uma forma eficiente de aprendizagem.

- Criação de relatórios de atividade dos jogos (permitindo assim uma futura análise destes por parte dos profissionais que seguem estas crianças).

A questão-problema principal a responder no final desta dissertação será, portanto:

Tendo em conta que o objetivo final consiste na estimulação da criança, motivando-a a jogar, a aprender e a exercitar as capacidades desenvolvidas será que o jogo desenhado e desenvolvido, enquanto protótipo, realmente valida a hipótese de que é possível integrar as tecnologias de informação e comunicação no processo de aprendizagem de crianças com necessidades especiais de educação?

Seguidamente, será feito um estudo mais detalhado do tema, assim como, a escolha do motor de jogo a usar e do método de desenho e desenvolvimento de jogos digitais sérios escolhido.

1.4 Estrutura da dissertação

Esta dissertação terá os seguintes tópicos de análise:

• **Capítulo 2** – Introduz os conceitos de jogo digital, jogos sérios e a sua importância para crianças com perturbações de desenvolvimento. Contém também o problema principal, uma possível proposta de resolução, assim como, o método de desenho e desenvolvimento escolhido e os requisitos necessários dessa proposta. No fim desta secção será realizado um estudo do mercado com o intuito de entender as vantagens e desvantagens de possíveis aplicações concorrentes.

• **Capítulo 3** – É idealizado um protótipo da solução proposta ao problema no capítulo anterior. Apresenta as várias etapas de um plano de desenvolvimento do mesmo: modelação do sistema, diagramas de casos de uso, caracterização das funcionalidades inovadoras, etc. É apresentada também, de forma breve, a estruturação das várias etapas do jogo.

• **Capítulo 4** – Consiste na implementação/validação do protótipo proposto, irá conter exemplos de todas as funcionalidades implementadas.

Posteriormente será feita uma análise dos resultados obtidos, assim como, as alterações feitas após a análise dos mesmos. Por fim, irá conter uma secção sobre o trabalho a realizar no futuro.

- **Capítulo 5** – Neste capítulo serão feitas as conclusões acerca deste projeto: dificuldades encontradas, pontos fortes e fracos do projeto, suma da análise de resultados e de possíveis melhorias e, por fim, possíveis melhorias e aplicações do projeto com o intuito de distribuir o mesmo de forma a alcançar o público-alvo desejado de forma eficiente.

- **Capítulo 6** – Referências bibliográficas.

- **Capítulo 7** – Anexos.



2 Estado da Arte

Neste capítulo serão apresentados os conceitos fundamentais para o enquadramento desta dissertação. O capítulo estará dividido em duas seções principais: uma primeira com a revisão literária do tema, isto é, análise dos conceitos de jogos digitais, jogos sérios e a sua importância na educação de crianças com perturbações de desenvolvimento. Posteriormente, será feita a escolha de um método de desenho e desenvolvimento do protótipo, assim como, a análise dos motores de jogo existentes. Por fim, irá fazer-se um estudo do mercado com o intuito de entender as vantagens e desvantagens de possíveis aplicações concorrentes.

2.1 Jogos Digitais

Um jogo digital é um sistema baseado em regras com variáveis e um resultado quantificável, onde diferentes valores são associados a diferentes resultados e onde o desempenho do jogador influencia o resultado. O jogador relaciona-se com o resultado e as consequências da atividade são opcionais e negociáveis (Juul, 2002).

Existe uma procura constante de testar e desenvolver novos jogos digitais que satisfaçam as preferências dos seus utilizadores e que acompanhem o desenvolvimento das tecnologias atuais (Terlutter & Capella, 2013).

Apesar de existirem diversos tipos de jogos e, dentro de cada tipo, os jogos podem possuir ou não diferentes componentes entre si, um jogo tradicionalmente é composto pelas seguintes componentes: (Whitton, 2010)

- **Jogadores:** São o elemento principal dos jogos
- **Regras:** São um conjunto de condições e limitações que indicam como o jogo deve ser jogado. Podem ser explícitas (como as regras tradicionais de um jogo de tabuleiro), ou implícitas (como o código de conduta de um jogo).
- **Resultados:** Permitem criar um sistema de avaliação para comparar o desempenho de todos os jogadores. Os resultados baseiam-se noutras componentes do jogo como a competição e os objetivos.
- **Competição:** Existem se o objetivo do jogo for ganhar a um certo oponente.
- **Desafio:** Consiste na dificuldade de completar determinadas tarefas ou do jogo em si. É este fator de dificuldade que controla o esforço necessário por parte dos jogadores para completarem o jogo.
- **Objetivos:** Ajudam o jogador a conhecer o significado do jogo e a determinar o que é preciso fazer para se ganhar/completar este. Têm sobretudo um propósito de motivação.
- **Interação:** Consiste na possibilidade das ações do jogador poderem influenciar e alterar o rumo do jogo.

Os jogos digitais são uma das melhores formas de ambientar as crianças ao mundo da tecnologia pois, enquanto jogam, as crianças desenvolvem conhecimentos e estratégias que lhes permitirão, futuramente, um acesso ao “mundo virtual” (Gros, 2003).

Os jogos desenvolvem atenção, disciplina, autocontrole, respeito a regras e habilidades preceptivas e motoras (Rizzo, 1988).

Com a enorme evolução da tecnologia, cada vez mais as crianças entram em contacto com o mundo dos jogos digitais em idades muito precoces e de forma não desejada pelos seus responsáveis. Por este motivo, e pelo facto dos

jogos serem frequentemente associados apenas a entretenimento e diversão, os jogos podem ser vistos de forma negativa pela sociedade. Contudo, o fator de diversão, apesar de ser uma componente importante e necessária na utilização de um jogo por parte do seu utilizador não é a componente principal de um jogo com foco educativo (Kiili, 2005), de onde surge o conceito de Jogos Sérios

2.2 Jogos Digitais Sérios

Os jogos podem ser jogados casualmente ou de forma educacional. Os jogos sérios ou educacionais são criados com um propósito educacional. Isto não quer dizer que estes jogos não sejam divertidos ou que não entretenham os seus utilizadores, simplesmente, não é esse o seu foco principal.

O objetivo de um jogo sério ou educacional não é apenas ensinar o utilizador a completar o jogo, mas sim a aplicar ao mundo real o que aprendeu nesse jogo. Estes jogos tiram proveito do interesse que as crianças predispõem em relação a jogos e ao “mundo da fantasia” nos seus tempos livres, utilizando um ambiente divertido de forma lúdica ensinando às mesmas de formas interessantes sem as fatigar.

Apesar de poderem ser jogados de forma individual ou coletiva, o objetivo principal deste projeto será a análise do desempenho da criança por parte de uma pessoa especializada na área da psicologia, de forma a não só avaliar o progresso na criança, como também, para delinear estratégias de ensino que permitam que ela continue a progredir de forma eficiente.

Normalmente os criadores de jogos profissionais não são profissionais especializados na área da psicologia e vice-versa, por isso, a possibilidade de combinar as habilidades dos profissionais destas duas áreas torna-se uma ferramenta eficaz no ensino (Michael & Chen, 2005).

Estes jogos não pertencem a um género particular de jogos como aventura estratégia ou desporto. Podem ser vistos de diferentes perspetivas e categorizados consoante inúmeras características tais como: área de aplicação, número de jogadores, portabilidade do jogo, entre outros (Rego, Moreira, & Reis, 2010).

Por estes motivos, em vez de apresentarmos a taxonomia de jogos sérios iremos dar alguns exemplos consoante as suas áreas de aplicação (Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., Wiemeyer, 2016):

- **Educação** – O propósito principal destes jogos é o ensino de conhecimentos e competências. Dirigem-se principalmente a estudantes, crianças, idosos e famílias. São uma das áreas de maior crescimento dos jogos sérios.
- **Jogos de treino e simulação** – Representam a área de aplicação mais relevante e económica dos Jogos sérios. Abrangem treinos / simulações de vários serviços profissionais, tais como: a condução de automóveis, o pilotar de aviões, ou treino militar, sendo assim, maioritariamente dirigidos a profissionais ou aspirantes a tal, dessas profissões. Podem também ser utilizados por empresas como métodos de formação dos seus funcionários.
- **Saúde** – Podem ser jogos sobre prevenção, reabilitação, treino cognitivo. Focam-se num público-alvo com incapacidades físicas ou mentais. Podem também ser direcionados a profissionais da medicina quando o objetivo do jogo envolve o treino de certos procedimentos.
- **Impacto social** – Abrangem problemas sociais relacionados com história, política, religião, entre outros.

2.2.1 Jogos educacionais na área da matemática

Sendo a Matemática um dos principais focos da educação, é também uma das áreas que possui mais material de apoio a quem a estuda. Existem incontáveis livros, jogos, desenhos animados e muitas outras formas de ensino já desenvolvidas com o intuito de ensinar a matemática, não só a nível de teoremas, como também de exercícios e aplicações no dia-a-dia, contudo, a grande maioria destas aplicações não são desenvolvidas propositadamente para crianças com perturbações de desenvolvimento.

Estas crianças requerem uma atenção especial, sendo preferencialmente, seguidas por um profissional. Contudo, a utilização de um jogo educacional que

grave o progresso da criança para, posteriormente, ser avaliado por esse mesmo profissional, poderá ajudar não só a criança, como também a família desta na sua educação e desenvolvimento.

Como referido, é importante que as crianças estejam focadas não só a completar o jogo, mas sim a aprender o que este lhes tem para ensinar, caso contrário, poderão estar a criar maus hábitos que podem tornar a sua condição pior. Isto pode acontecer, por exemplo, pelo facto dos criadores de jogos educacionais nem sempre terem conhecimentos avançados na área que o jogo irá atuar.

É por estes motivos que a parceria de criadores de jogos com terapeutas profissionais especializados nas áreas de cada jogo sério é poderosíssima, juntando o melhor de ambas as partes, resolvendo os problemas apresentados anteriormente e balanceando não só a qualidade de ensino como também a diversão que o jogo poderá vir a proporcionar.

2.3 Métodos de Desenho e Desenvolvimento de Jogos Digitais

Existem vários modelos de desenvolvimento de jogos digitais sérios, contudo, nenhum inclui a constante cooperação com um centro de terapeutas especializadas no tema do jogo, e por isso, para o desenvolvimento do jogo (protótipo) desta dissertação foi utilizado o modelo de desenvolvimento de jogos digitais criado com o intuito de melhorar a eficiência e resolução de problemas comuns a projetos relacionados com o STB.

Este modelo tem em conta não só os objetivos de cada um dos projetos, como também, as entidades envolvidas nestes, ou seja, torna possível lidar com as dificuldades inerentes às causas sociais.

“Esta metodologia recorre a diversos elementos de desenvolvimento com provas dadas para garantir que os principais beneficiários são indivíduos com deficiências que irão ver uma melhoria na sua qualidade de vida.” (Cardoso, Sousa, & Barata, 2017)

Este modelo consiste em 5 etapas principais: (Cardoso et al., 2017)



Fase de Planejamento

O objetivo desta fase será a preparação para o desenvolvimento do jogo onde o primeiro passo é a criação do conceito.

É nesta primeira fase que se faz um *brainstorm* de ideias e onde se ponderam todas as possibilidades para o nosso jogo, quer em termos de jogabilidade, quer em termos de design. Esta atividade é realizada em simultâneo com um estudo do mercado para evitar que já exista um produto semelhante ao produto final desejado.

Posteriormente é realizada uma reunião com o “cliente” (neste caso as doutoras do Centro Diferenças), onde se debaterá as ideias iniciais de ambas as partes e se tentará chegar a um consenso com o melhor de ambas as instituições.

Por fim, será necessária a análise de toda a informação adquirida até a data, formulando um plano inicial para o desenvolvimento do jogo.

Desenho

O objetivo desta fase consiste na criação do desenho do jogo e na criação de um primeiro protótipo. Para tal, será necessário realizar uma ou mais visitas ao

centro para juntar informações sobre as práticas da instituição em relação aos seus pacientes e perceber as limitações do público-alvo.

A atividade final desta etapa consiste na criação de documentação com todas as informações sobre o protótipo, os seus requisitos e as suas funcionalidades.

Desenvolvimento

Esta é a fase principal do jogo que consiste na criação do jogo em si. Para tal, é utilizada uma abordagem iterativa onde as funcionalidades do jogo são adicionadas, testadas e avaliadas não só por parte do criador do jogo, como também, por parte dos jogadores que terão acesso a versões mais rudimentares do jogo

Ao longo do processo de criação o jogo será também inspecionado e avaliado pelo orientador e, posteriormente, pelas doutoras do Centro Diferenças para confirmar se estas estão de acordo com as decisões tomadas até á data e se o jogo está do seu agrado.

Avaliação

É nesta etapa que se irá avaliar o desempenho e o desenho do jogo, ou seja, as características funcionais e de entretenimento deste. Esta etapa de avaliação é realizada em 3 fases: primeiro por parte da equipa do STB que terá conhecimento de todos os aspetos do jogo; posteriormente, será feita uma avaliação por parte de pessoas com um conhecimento geral do projeto; por fim, a avaliação será feita pela equipa do Centro Diferenças e outros profissionais.

Distribuição

Esta é a fase final do projeto onde o jogo será distribuído primeiramente para o Centro Diferenças e os seus pacientes e por fim, para o público geral.

2.4 Equipa de Desenvolvimento de Jogos Digitais

Idealmente, uma equipa que desenvolve jogos digitais terá profissionais especializados nas diferentes áreas necessárias para o desenvolvimento deste tipo de aplicações, existem 5 cargos principais (Cardoso, n.d.):

- **Designer principal** – Representa, coordena e organiza a equipa. Está também encarregue de tomar as decisões finais.
- **Diretor de arte** – Define não só o conceito de arte do jogo, como também, o estilo do mundo e os seus elementos-chave. Descreve também em detalhe a personagem principal do jogo.
- **Designer do jogo** – Descreve os diferentes modos de jogos, isto é, a temática dos mundos, a perspetiva da câmara (1ª pessoa, 3ª pessoa, etc.), as regras, os desafios, o sistema de economia e o objetivo das etapas. É também responsável por analisar a estrutura dos níveis e, por isso, trabalha em conjunto com o designer de níveis.
- **Designer de níveis** – Trabalha em conjunto não só com o designer, como também, com o designer de interfaces de utilizador e é responsável por todos os elementos necessários para a criação de um nível (condições de vitória e derrota, estrutura, elementos-chave).
- **Designer de interfaces de utilizador** – Responsável por todas as interfaces que os utilizadores vão usar. Define também os controlos de jogo (teclado, rato, joystick, etc.).

2.5 Motores de jogo

Um motor de jogo, consiste numa plataforma de desenvolvimento de aplicações de software) que possui todas as ferramentas necessárias para que os seus utilizadores possam desenvolver os seus jogos de forma rápida e eficiente.

Nesta secção iremos analisar qual o motor de jogo mais indicado a utilizar para o desenvolvimento do nosso jogo de acordo com as nossas necessidades, contudo, é necessário primeiramente termos em conta quais as principais características a ter em consideração nesta comparação. As principais características que iremos ter em conta serão:

Tabela 2.1 - - Características essenciais de um motor de jogo (baseado em (Petridis et al., 2012)).

Fidelidade Audiovisual	Renderização Animação Som
Fidelidade Funcional	Scripting Inteligência artificial Física
Compatibilidade	Importar/Exportar conteúdo Developer Toolkits
Acessibilidade	Curva de aprendizagem Documentação e apoio Licenciamento Custo
Ligação em rede	Ligação Cliente-Servidor Peer-to-peer

2.5.1 Unreal Engine

O Unreal Engine (Fig. 2.1), atualmente na quarta versão, foi criado pela empresa Epic Games conhecida mundialmente pelos seus jogos.(UnrealEngine, n.d.)



Figura 2.1 - Logotipo do Unreal Engine

O seu primeiro grande sucesso foi em 1998 com o jogo Unreal Tournament, contudo, já apresenta inúmeros sucessos no mercado (Fig. 2.2) como o Borderlands, e mais recentemente, o Fortnite – um dos jogos mais jogados no mundo inteiro.



Figura 2.2 - Exemplos de Jogos desenvolvidos através do Unreal Engine

Este motor de jogo utiliza como linguagem principal o C++, oferecendo assim, uma enorme versatilidade e portabilidade. Suporta inúmeras plataformas, entre as quais: Windows, Xbox, Playstation. É também portátil para vários sistemas operativos, como por exemplo, iOS e android.

Antigamente, este motor de jogo apenas era distribuído a grandes companhias, contudo, em 2014 (com o lançamento da sua quarta versão), apresentou uma nova política de mercado. Agora pode ser utilizada por qualquer pessoa, contudo, após uma receita de 2852€ por produto, o programador tem de dar 5% dos seus rendimentos á empresa Epic Games (Epic Games, n.d.).

2.5.2 Blender

Outro motor de jogo importante de referenciar, criado pela Blender Foundation em 1998, é o Blender (Fig. 2.3). Uma peculiaridade desta aplicação é que não foi desenvolvida com o âmbito de ser um motor de jogo, mas sim um motor de gráficos. (Blender, n.d.)



Figura 2.3 -Logotipo do motor de jogo Blender Engine

Esta aplicação possui uma enorme versatilidade, é completamente grátis, e *open-source*. Este, pode ser utilizado para desenvolver jogos, é também utilizado na produção de filmes, efeitos visuais, e permite a criação de arte em 3D.

O Blender não é muito utilizado como um motor de jogo, mas sim como uma forma complementar aos outros motores de jogo, contudo, apresenta alguns jogos com alguma popularidade (Fig. 2.4).



Figura 2.4 - Exemplos de jogos desenvolvidos através do Blender Engine

2.5.3 Unity3D

O unity3D (Fig. 2.5), desenvolvido pela Unity Technologies, foi lançado em 2005 para a produção de jogos em ambiente 2D e 3D (Unity, n.d.).



Figura 2.5 - Logotipo do motor de jogo Unity

Foi lançado apenas para sistemas operativos da Apple, contudo, neste momento, é o motor de jogo mais utilizado no mundo e suporta um total de 27 plataformas diferentes, com um infindável número de jogos no mercado (Fig. 2.6), sendo um dos seus maiores sucessos o Hearthstone: Heroes of Warcraft, desenvolvido pela Blizzard, uma das maiores companhias de jogos.

Esta aplicação não é totalmente grátis, após os seus programadores terem uma receita de 100 000\$ anuais têm de pagar uma mensalidade de 35\$, mensalidade esta que aumenta consoante a receita do jogo. O Unity possui uma loja online onde os seus utilizadores podem colocar *assets* (modelos, ferramentas, ficheiros de áudio, etc.) criados por eles mesmos para que outros utilizadores os

possam utilizar no desenvolvimento dos seus jogos. Existem *assets* grátis, contudo, o preço destes é escolhido pelos seus criadores.

Uma das principais vantagens desta aplicação é o facto da sua interface ser



Figura 2.6 - - Exemplos de jogos desenvolvidos através do Unity Engine completamente *user-friendly*, apresentando assim uma curva de aprendizagem exponencial.

2.6 Comparação dos Motores de Jogo

Tendo as características mais importantes para um motor de jogo já enumeradas, para fazer a comparação dos 4 motores de jogos mais utilizados (Quest3D, Blender, Unreal e Unity) segue-se uma análise á figura 2.7 (Cardoso & Espada, 2017) sobre um estudo efetuado com o intuito de escolher o software mais indicado para o desenvolvimento de jogos sérios (Petridis, Dunwell, De Freitas, & Panzoli, 2010).

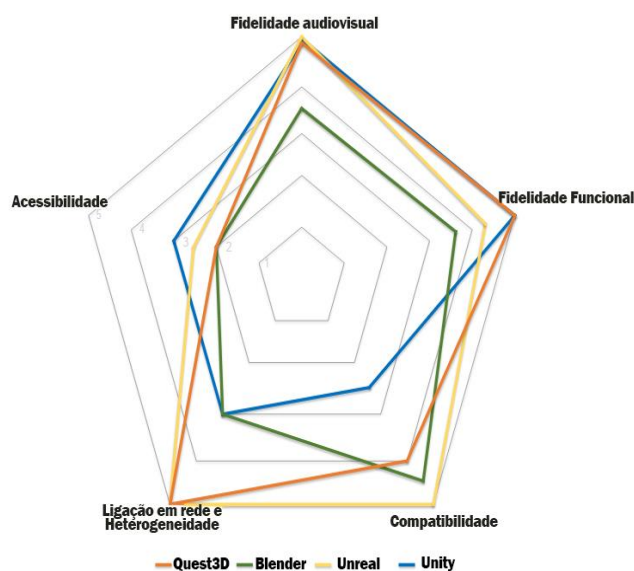


Figura 2.7 - Comparação de quatro motores de jogo em análise

Como se pode observar na figura, o software mais completo é o Unreal, contudo, devido á sua complexidade e custo necessário para fazer o processo de distribuição com o mesmo, decidiu-se utilizar o Unity por possuir todas as características básicas, necessárias e suficientes para o desenvolvimento do protótipo proposto. Escolheu-se o Unity, também, pelo facto de ter uma curva de aprendizagem tão exponencial, e pelo facto deste motor de jogo possuir bastantes utilizadores que disponibilizam os seus *assets* e guias na loja online deste.

Apesar da escolha do motor de jogo ter sido o Unity será também utilizado o Blender como uma ferramenta complementar de modelação 3D.

Uma análise mais detalhada sobre este estudo acerca de motores de jogo estará disponível anexo na secção 8.3.

2.7 Estudo do Mercado

Sendo a matemática uma das principais áreas de educação, é necessário ter em conta que existem infindáveis aplicações e jogos para o ensino da mesma o que torna impossível a análise de todos os jogos e dos seus pontos fortes e fracos. Por este mesmo motivo, torna-se bastante difícil a procura de jogos sérios sobre a matemática, não só pela especificidade dos temas abordados, como também, pelo facto da maior parte do conteúdo organizado estar noutras línguas, nomeadamente, o inglês.

Uma das melhores ferramentas encontradas para a pesquisa de jogos sérios é o website <http://serious.gameclassification.com> que possibilita a escolha de categorias aquando um utilizador quer procurar um determinado jogo. As categorias principais são: propósito, mercado, jogabilidade e audiência. Pode também ser feita uma pesquisa através de palavras-chave.

Apesar destas funcionalidades, este website também apresenta alguns pontos fracos, por exemplo, a categoria “Matemática” não é uma das seleccionáveis e quando pesquisamos por esta através do método de “palavras-chave” os resultados são demasiado abrangentes e pouco específicos pelo facto de os jogos não apresentarem uma descrição sobre o que podem vir a ensinar.

Outros problemas deste website são o facto de muitos links de download já não serem utilizáveis e pelo facto de o último jogo de matemática a ser publicitado no site ser de 2015.

Outro website onde se podem encontrar jogos relacionados com a matemática é “<http://www.mathgametime.com>”, contudo, apesar de o site ter categorias muito bem delineadas (é possível a pesquisa de jogos por ano escolar, ou por temas, como por exemplo, adição ou subtração), a maioria dos jogos são online e pouco ou nada didáticos.

Outro problema deste website é o facto de muitos jogos estarem colocados em categorias que não lhes pertencem, como por exemplo, o jogo “2048” (que mesmo para adultos é complicado), estar recomendado para os alunos da 2ª classe.

Se for efetuada uma pesquisa por websites especializados a publicitar jogos relacionados somente com a Matemática, a pesquisa torna-se mais fácil, contudo, tendo em conta a inúmera quantidade de aplicações existentes sobre matemática e sem descrições específicas sobre as temáticas envolvidas, irá ser feita, de seguida, uma análise de alguns jogos sobre este tema. Para tal, decidiu-se escolher 3 dos jogos com melhor classificação na Playstore (para telemóvel e tablet), dois dos jogos mais populares da plataforma “Steam” (para computador) e uma aplicação sugerida pela DGE (Direção geral da educação).

No final desta secção será apresentada uma tabela que sumará os pontos fortes e fracos destas aplicações.

2.7.1 Jogos para telemóvel/tablet

Math for kids



Figura 2.9 - - Logotipo de Math for Kids (criado por RV AppStudios).

Math for kids (em português, Matemática para Crianças – Figura 2.8) é uma aplicação grátis para dispositivos móveis, desenvolvida pela empresa RV AppStudios, com o intuito de ensinar às crianças a noção de número e a efetuar contas de somar e subtrair. Esta aplicação não possui qualquer tipo de anúncios nem “sugere” a compra de itens para o jogo com dinheiro real (RVappStudios, n.d.).

A nível didático é uma aplicação bastante completa e bem estruturada pois o jogador pode escolher de entre 10 categorias para jogar e em todas elas possui uma voz oradora que vai dando algumas instruções e motivando a criança através de reproduções sonoras que servem como feedback positivo e negativo.

O maior problema desta aplicação é todo o jogo consiste em diversos testes em forma de questionários que para além da qualidade que nos oferece auditivamente, quase não existem formas de motivar os jogadores a jogar, isto é, o jogo não possui formas de recompensa para os jogadores, ou seja, a componente lúdica deixa um pouco a desejar, tendo em conta que sendo um “jogo” deveria ter algo mais que o tornasse divertido.

Outro problema deste jogo consiste no fato de todo o jogo ser em inglês o que, por exemplo, para as crianças do Centro Diferenças tornaria a jogabilidade deste quase impossível para as crianças dos 4 aos 10 anos.

Math Games

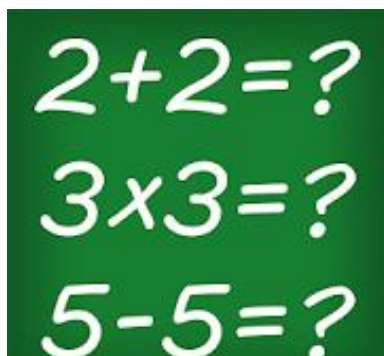


Figura 2.10 - Math Games (criado por Choloepus Apps)

Esta aplicação (Fig. 2.9), criada pela empresa Choloepus Apps (Google-Playstore, n.d.-a) apesar de ter uma avaliação positiva por parte dos utilizadores perante a aplicação anterior (Math for kids) apresenta poucas vantagens comparativamente. A principal vantagem é o facto de ser possível a seleção de 11 idiomas diferentes, (incluindo o português) contudo, todo o jogo se baseia em questionários simples, sem animações/sons atrativos para crianças. Este jogo ainda é menos lúdico do que o anterior e a componente é didática parece mais um teste do que um jogo, deixando um pouco a desejar, esta opinião é partilhada por muitos utilizadores que comentaram a página da aplicação: “torna-se aborrecido muito rapidamente”. (Google-Playstore, n.d.-a)

Math Land: Games of Mental Arithmetic



Figura 2.11 - Math Land: Games of Mental Arithmetic (de Didactoons).

De todas as aplicações descritas até ao momento, esta (Fig. 2.10 - (Google-Playstore, n.d.)) é de longe a melhor.

Não só a nível didático apresenta variadas formas de colocar as perguntas ao jogador, como também, a nível lúdico é muito mais complexa e trabalhada.

A maior diferença deste jogo para os outros é que este possui um personagem e um “mundo” onde o utilizador tem alguma liberdade e se pode divertir, contudo, os controlos são um pouco complicados de se utilizar.

Apresenta também um sistema de “economia”, onde, consoante o desempenho dos utilizadores, estes são premiados com moedas que podem utilizar para comprar cosméticos.

Em relação aos pontos fracos, apesar de ter vários idiomas, o português não é um deles, muitos utilizadores queixam-se da performance da aplicação nalguns dispositivos e a aplicação gratuita que está na PlayStore é apenas uma versão “trial” sendo impossível completar o jogo sem o comprar.

2.7.2 Jogos para computador

Madu Maths

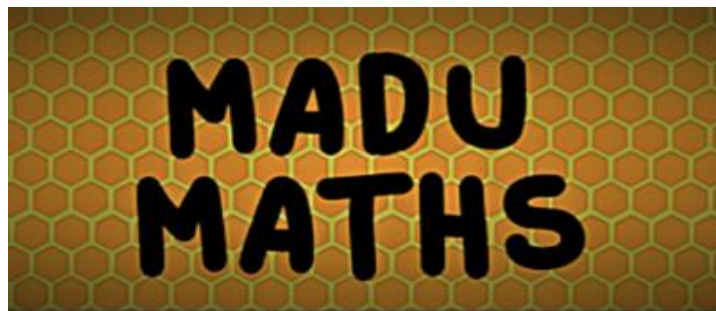


Figura 2.12 - Madu Maths (de Tzar Leonardi).

Este jogo (Fig. 2.11), apesar de ser grátis, foi aceite e lançado pela empresa Valve, uma das maiores plataformas de desenvolvimento e distribuição de jogos.

Curiosamente, foi desenvolvido com a aplicação que propusemos utilizar para o desenvolvimento do nosso projeto, o Unity Editor.

O jogo, basicamente, consiste em colocar questões sobre contas de somar e subtrair aos seus utilizadores utilizando um ambiente “divertido” onde as contas aparecem em flores e se o jogador tem de digitar e acertar o resultado da conta para que uma abelha coleccione o mel da flor de forma a encher a barra do “objetivo”, como se observar na Fig. 2.12 (Steam, n.d.-a).

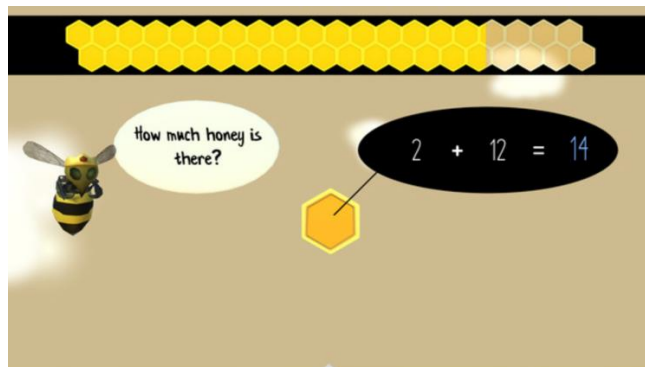


Figura 2.13 - Um dos níveis de Madu Maths

O problema deste jogo é apesar da componente lúdica do jogo, (temática do mel) estar bem conseguida, torna-se aborrecida rapidamente e, sem ser isso, o jogo não é nada mais nada menos do que a constante repetição de contas de somar e subtrair, com 4 dificuldades, sobre a pressão de um cronómetro. Desta forma, concluímos que a componente didáctica deste jogo, não passa nada mais, nada menos, do que um teste e não uma forma de ensino.

Mathoria: It all adds up

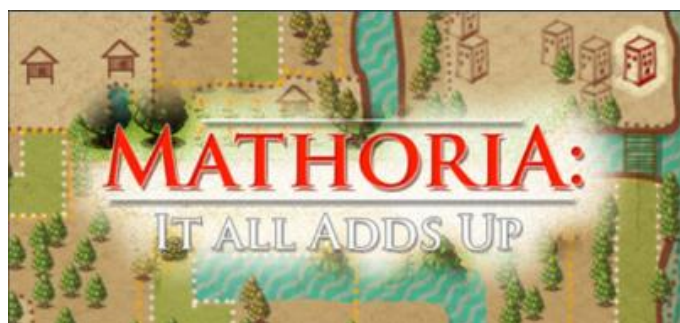


Figura 2.14 - Mathoria: It all adds up (criado por Senshi.Labs).

Mathoria (Fig. 2.13) consiste num RPG (Role-Playing Game) educacional, que pode ser utilizado pelos seus jogadores para praticar, somente, simples

contas de adição. (Steam, n.d.-b). Todo o jogo funciona exatamente como os famosos jogos “Pókeon”, a diferença, é que para combater contra os oponentes tem que se responder a uma pergunta sobre matemática num curto espaço de tempo.

A nível da componente lúdica o jogo é bastante desenvolvido: quer o mapa, quer a jogabilidade estão muito bons relativamente aos outros jogos, e, de todos os que falámos até ao momento este é, de longe, o jogo mais complexo, sendo esse, talvez o maior problema do jogo, tendo em conta o público alvo desejado. A história é demasiado complexa e estende-se bastante, o que para uma criança que ainda esteja a aprender contas de somar e talvez não seja o mais indicado.

A nível didático, como referido, o jogo apenas possibilita efetuar contas de adição, criando uma espécie de “paradoxo” pois a dificuldade das perguntas é demasiado fácil, enquanto que não só a história como também todas as pistas que são necessárias encontrar para passar às fases seguintes do jogo, são demasiado difíceis para uma criança. Por estas razões, e tendo em conta que o jogo tem apenas um idioma, o inglês, torna-se completamente necessário a criança dominar esta língua para que consiga completar o jogo, e testando mais as capacidades linguísticas dos seus jogadores do que as matemáticas.

2.7.3 Iniciativa ClicMat



Figura 2.15 - Logotipo da iniciativa ClickMat

O ClicMat (Fig. 2.14) é a única aplicação para crianças, relacionada com a matemática, partilhada pela DGE (Direção Geral da Educação) e foi uma

iniciativa de Paulo Abrantes (Diretor do departamento da Educação Básica em 2001) que, basicamente, consiste numa coleção de materiais para várias disciplinas, entre elas, a Matemática (DGE, n.d.).

O objetivo desta iniciativa era de proporcionar às escolas um conjunto de atividades digitais interativas que fossem exemplos significativos de experiências de aprendizagem preconizadas pelo Currículo Nacional do Ensino Básico.

Apesar de ser uma excelente iniciativa, não só é a aplicação bastante antiga, como também, os *applets* que possui são bastante rudimentares e retirados de outras aplicações, tal como indica a descrição da aplicação.

Esta aplicação contém 32 atividades, divididas em 3 tipos: problemas, atividades de investigação e jogos divididos em 3 dificuldades. Nesta dissertação iremo-nos focar mais na componente dos jogos.

Um dos poucos exemplos de jogos que esta atividade possui relacionada com a matemática é o “Jogo das Matrículas” (Fig. 2.15)

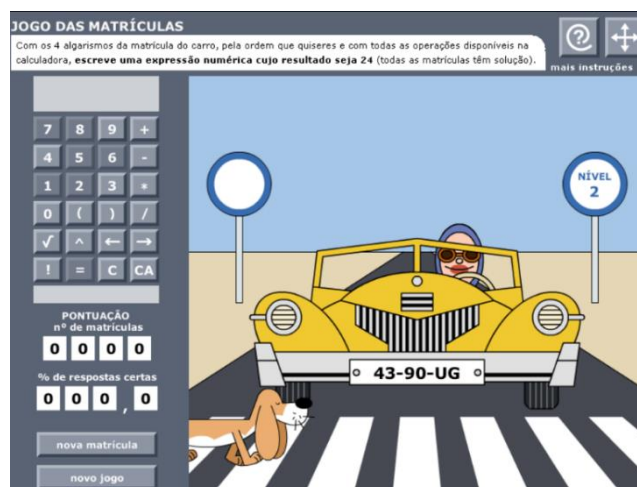


Figura 2.16 - Jogo das Matrículas da aplicação ClicMat

Como se pode observar na figura anterior, não só a interface do jogo é pouco “amigável” para crianças, como também, este jogo é apenas uma réplica do “Jogo do 24”, um jogo de cartas já utilizado por muitas escolas a nível nacional á alguns anos.

De forma geral, visto que ClicMat consiste numa aplicação baseada em outras aplicações e, tendo em conta, o ano em que foi desenvolvida, é normal que

já não esteja de acordo com os padrões de jogos dos dias que correm, contudo, achei por bem referenciar neste documento, tendo em conta que foi uma iniciativa brilhante de Paulo Abrantes que foi aceita pela DGE, e abre portas, para que no futuro se possa fazer algo semelhante e com melhores resultados.

2.8 Comparação dos jogos

Após as análises feitas aos jogos descritos neste capítulo, criou-se a Tabela 2 para ser mais facilmente visível as vantagens e desvantagens de cada uma destas aplicações:

Tabela 2.2 - Comparação dos Jogos

<i>Nome da Aplicação</i>	<i>Plataforma</i>	<i>Componente Lúdica</i>	<i>Componente Didática</i>	<i>Mundo 2D/3D?</i>	<i>Idioma em Português?</i>	<i>Sistema de Recompensa?</i>
Math for kids (Grátis)	Telemóvel/Tablet	Média	Média	Não	Não	Não
Math Games (Grátis)	Telemóvel/Tablet	Inexistente	Média	Não	Não	Não
Math Land (Pago)	Telemóvel/Tablet	Muito boa	Muito Boa	2D	Não	Sim
Madu Maths (Grátis)	Computador	Fraca	Média	Não	Não	Não
Mathoria (Grátis)	Computador	Excelente	Muito Fraca	2D	Não	Sim
ClicMat (Grátis)	Computador	Fraca	Média	Não	Sim	Não

Como referido anteriormente, um jogo sério é um jogo que tem o objetivo de ensinar de forma divertida, isto é, apesar de a diversão (componente lúdica) não ser o foco principal, é algo cuja presença é necessária para o sucesso de um jogo sério. Tendo isto em conta, ao verificarmos a tabela, pudemos observar que apenas duas das aplicações possuem a componente lúdica acima da média: uma das quais é paga, e outra cuja componente didática é muito fraca.

Para além disto, pode-se reparar que, apesar de ser uma pequena amostra, nenhum destes jogos “populares” possui um mundo em 3D, apenas um deles está disponível em português e apenas dois têm um sistema de recompensas.

Após esta pesquisa/comparação de jogos, é possível confirmar a conclusão das doutoras do Centro Diferenças, isto é, que apesar de existirem muitos jogos sobre a matemática, é muito difícil de encontrar um jogo sério que ensine e que

seja divertido. Por outro lado, a maior parte foca-se no ensino de questões exatas como contas de somar/subtrair e não na noção de número. Mesmo assim, os jogos disponíveis em português ficam muito aquém dos jogos disponíveis em outros idiomas, quer na componente lúdica, quer na componente didática.

Para além destes motivos, o jogo desenvolvido nesta dissertação terá o apoio das profissionais deste Centro, não só no processo de desenho e desenvolvimento do jogo como também na sua distribuição. Torna-se assim alcançável, de forma rápida e eficiente, uma primeira distribuição do jogo ao público-alvo desejado (crianças com perturbações de desenvolvimento na área da matemática) onde se torna possível a melhoria da aplicação, após não só as avaliações dos resultados do público-alvo desejado, como também das suas críticas.



3 Ilha dos Números

Este capítulo irá apresentar todos os requisitos necessários para o desenvolvimento de um jogo digital sério focado no raciocínio lógico-matemático. Serão também descritas com detalhe as principais funcionalidades do jogo. Será feita uma distinção entre a componente lúdica (focada no entretenimento, diversão e motivação dos utilizadores) e na componente didática (focada no processo de ensino). Estes elementos descrevem a proposta conceptual para responder ao problema de investigação desta dissertação.

3.1 Requisitos do jogo

A criação de um jogo sério necessita de um plano de desenvolvimento. Este planeamento foi realizado, em colaboração, com as terapeutas do Centro Diferenças, o que tornou possível a delimitação das características essenciais que a aplicação necessita possuir com o intuito de não só cumprir o seu objetivo de ser uma ferramenta útil, mas também ser ao mesmo tempo divertida. Para tal, iremos agora apresentar uma lista das características que pretendemos que esta aplicação possua de forma a cumprir todos os objetivos propostos:

- **Simplicidade:** O foco do jogo será a educação das crianças não podendo ter demasiados elementos que as possam distrair da sua tarefa de aprendizagem.

- **Dificuldade apropriada:** O jogo não pode ter nem um grau de dificuldade muito elevado (para não causar a desistência dos seus utilizadores) nem um grau de dificuldade muito baixo (caso contrário, os utilizadores não estariam realmente a aprender).
- **Variedade:** Tem de existir uma variedade a nível de níveis e de ambientes de jogo para não causar monotonia e um possível saturamento por parte dos utilizadores.
- **Atratividade:** O ambiente de jogo (design) tem de ser apelativo de forma a motivar os utilizadores a jogarem e querer avançar no seu progresso.
- **Recompensa:** Serão criados níveis em formato 3D, mais focados na diversão, como uma recompensa pelo progresso dos jogadores. Estes níveis serão utilizados não só para motivar a criança a jogar, como também, para introduzir uma inovação atraente em relação a outras aplicações concorrentes no mercado.

3.2 Plano de Desenvolvimento

O plano de desenvolvimento do jogo foi baseado na documentação de uma cadeira pertencente ao mestrado integrado de engenharia eletrotécnica e de computadores - TJD (Técnicas de Jogos Digitais) lecionada pelo orientador Tiago Cardoso (preenchida em anexo, na secção 7.5). Esta documentação foi criada com o intuito de guiar uma equipa de profissionais que para além de um diretor de arte possuiria também *designers* especializados nas suas tarefas (*interfaces de utilizador, criação de níveis, etc.*). Contudo, apesar do protótipo desenvolvido nesta dissertação ser desenvolvido apenas por uma pessoa, esta documentação permitiu a criação de um plano de desenvolvimento inicial do jogo.

Segundo esta documentação, o desenvolvimento de um jogo está dividido em 5 cargos principais, no entanto, como este protótipo será desenvolvido por apenas uma pessoa, serão agora descritas as decisões tomadas em cada uma das áreas:

- **Arte** - O jogo será apresentado num estilo *cartoon* e o desenho dos mundos de jogo será uma mistura de um estilo de fantasia e de um estilo medieval. A luz ambiente destes mundos será fornecida maioritariamente pela luz solar, mas também por lâmpadas. Cada nível possuirá a sua própria *palette* de cores apropriada á sua temática.
- **Design Geral** - O jogo irá possuir uma componente didática e uma componente lúdica, onde a componente didática estará apresentada sob a forma de questionários e a componente lúdica nos diversos mundos 3D. O jogo terá uma versão para computador e uma versão para android.
- **Design das interfaces** - A versão de computador irá ser controlada através de teclado e rato, enquanto que, a versão android possuirá uma interface simples com 4 botões para controlar o movimento do jogador e um botão para ações especiais, como por exemplo, para saltar e interagir com objetos.
- **Design do jogo** - O jogo irá possuir uma ilha principal (“Ilha dos Números”) que será a primeira etapa lúdica, o resto das etapas serão todas localizadas em partes específicas da ilha apresentadas nesta primeira etapa. O jogo irá possuir um personagem principal e a câmara será em 3ª pessoa. O objetivo será o jogador concluir os questionários com uma pontuação positiva, podendo assim desbloquear as etapas lúdicas.
- **Design dos níveis** - Existirão diversos mundos em formato 3D, em que cada um destes possuirá vários questionários de diversas categorias da matemática. Estes mundos terão diferentes desafios, regras e objetivos que serão descritos de uma forma mais detalhada posteriormente. Cada mundo terá também músicas apropriadas á sua temática.

3.3 Modelo do Sistema

Como se pode verificar na figura Fig. 3.1, a aplicação irá possuir 3 utilizadores distintos: jogador, administrador e terapeuta. Todos estes utilizadores ao iniciarem a aplicação terão de fazer o registo da sua conta, ou no caso de já o terem feito, têm de efetuar o login nessa conta. Só depois do login estar efetuado é que irá ser feita uma distinção entre os três tipos de utilizador

. O jogador irá aceder á versão de utilizador, onde terá de começar pela etapa nº1, ou caso já tenha utilizado o jogo anteriormente, continuar o seu progresso. Cada vez que um jogador terminar uma determinada etapa, o resultado dessa mesma etapa será guardado.

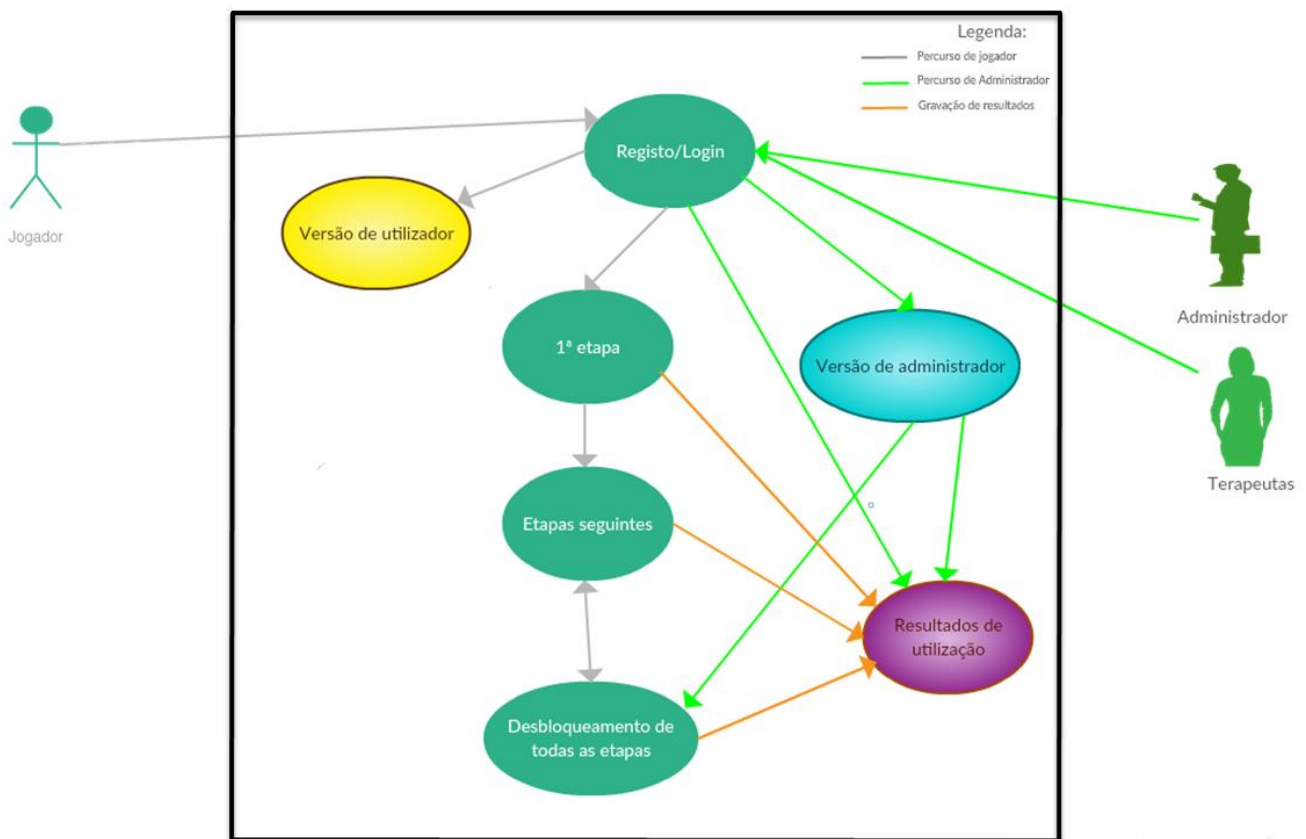


Figura 3.1 - Diagrama de casos de uso da aplicação.

Os administradores e as terapeutas irão possuir um uso da aplicação muito semelhante, tendo em conta que, irão efetuar login através de uma conta de administrador, criada previamente. Esta versão de utilizador já possui todas as etapas desbloqueadas.

A diferença entre o administrador e as terapeutas irá ocorrer, não durante o uso da aplicação (dai não se notar diferenças na imagem apresentada acima), mas sim, na avaliação dos resultados obtidos e na interação com os jogadores, se necessário, como se pode verificar na figura 18.

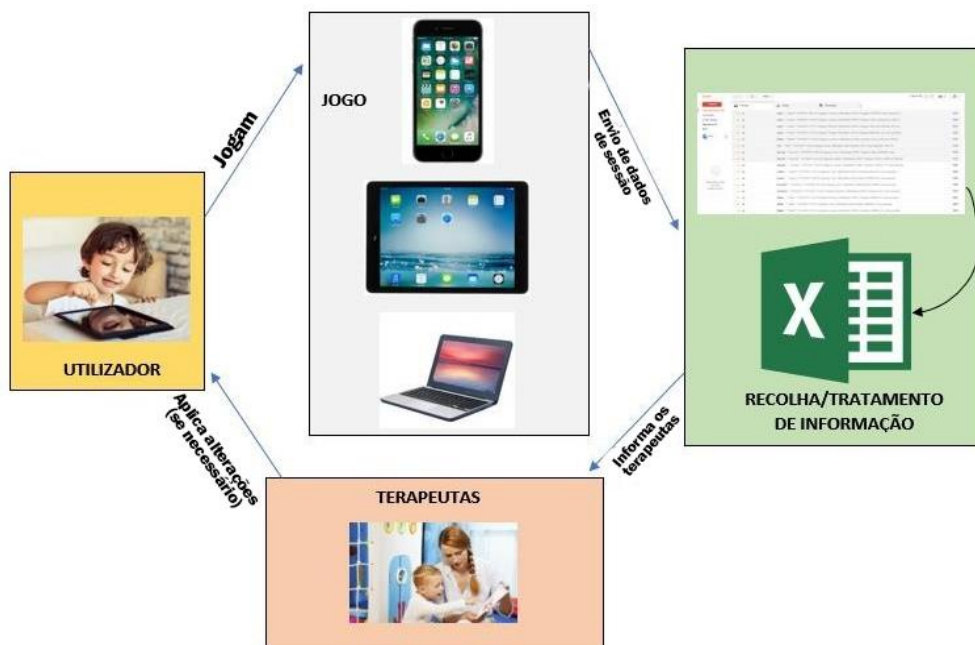


Figura 3.2 - Sistema geral relativo ao funcionamento da ferramenta (Leandro, 2018).

Analisando a figura pode-se observar que o sistema de funcionamento do jogo estará dividido em 4 componentes principais todas elas relacionadas entre si. Primeiramente, os utilizadores (crianças com necessidades especiais de educação) que são seguidos por terapeutas profissionais nesta área, irão utilizar o jogo durante as suas sessões terapêuticas. Os resultados destas utilizações serão guardados e tratados de forma automática e, posteriormente, serão analisados pelas terapeutas. O objetivo desta informação é permitir que as terapeutas possam definir com clareza e de forma eficiente quais são as áreas que determinada criança tem mais dificuldade, podendo assim, atuar nessas áreas. De seguida, a criança irá continuar o seu processo de aprendizagem no jogo e a análise de resultados irá determinar se realmente existiu ou não um progresso desta criança na sua aprendizagem.

3.4 Descrição da ferramenta

O tema geral do jogo será um conjunto de etapas temáticas pertencentes à “Ilha dos Números” com diferentes ambientes em que cada uma destas etapas abordará diferentes categorias da matemática com vários níveis de dificuldade.

Existirão 4 etapas - A primeira (“A ilha”) irá abordar os números desde o número 0 até ao número 10, a segunda (“O castelo do som”), todos os números desde o 0 até ao número 100, e assim sucessivamente incrementando sempre uma casa decimal por etapa, aumentando assim a dificuldade á medida que o jogador progride.

A primeira etapa será utilizada como uma forma de ambientação do jogador ao jogo, tendo assim, uma dificuldade bastante mais acessível em relação ás outras e irá abordar apenas o treino da contagem e vários exercícios que permitam associar os números a quantidades e situações do dia-a-dia.

Estas ilhas serão utilizadas para exercitarem o jogador com problemas sobre: factos numéricos, sentido numérico e valor posicional. Alguns exemplos dos exercícios a implementar serão: a soma de números duplos (2+2, 3+3...), o preenchimento de uma reta numérica com números “escondidos”, a quantidade necessária a adicionar a um número para que o resultado seja 10 ($x + 2 = 10$, $x = 8$), a organização de números consoante os termos “maior” e “menor”, entre outros.

Para além desta componente didática e, tendo em conta que se trata de um jogo sério, este irá ter também uma componente lúdica em cada uma das etapas, como se pode ver na Figura 3.3:

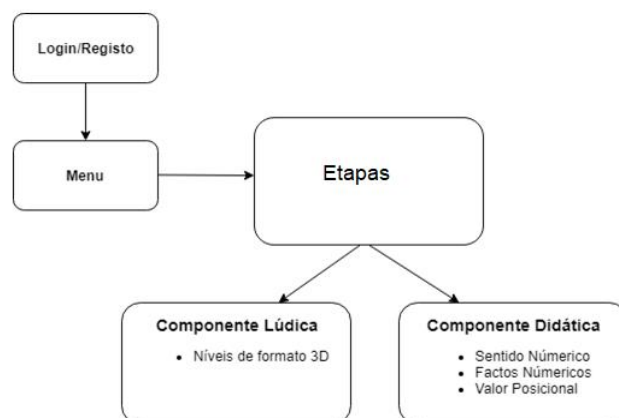


Figura 3.3 - Modelo da organização estrutural da aplicação.

3.5 Componente didática

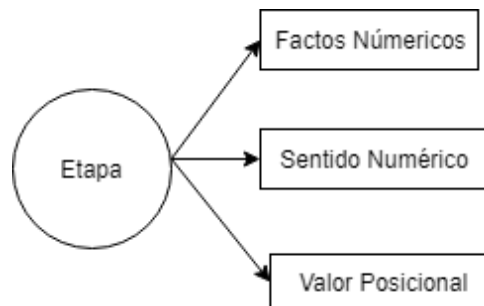


Figura 3.4 - Estrutura dos níveis didáticos.

Cada etapa do jogo será constituída por várias categorias como se pode observar na figura 3.4.

A primeira etapa é a única que não possui a categoria de valor posicional visto que esta etapa consiste apenas numa etapa introdutória de habituação do jogador ao jogo, e pelo facto de que, os níveis da categoria de valor posicional apresentam uma dificuldade superior, em comparação com as outras categorias.

Dentro de cada uma das categorias apresentadas (factos numéricos, sentido numérico e valor posicional), existirão dois questionários diferentes com cinco perguntas cada um. Após a resposta a cada pergunta destes questionários por parte do jogador, ser-lhe-á apresentado um estímulo. Se a resposta estiver correta, o estímulo será de feedback positivo, caso contrário, será de feedback negativo (Fig. 3.5).

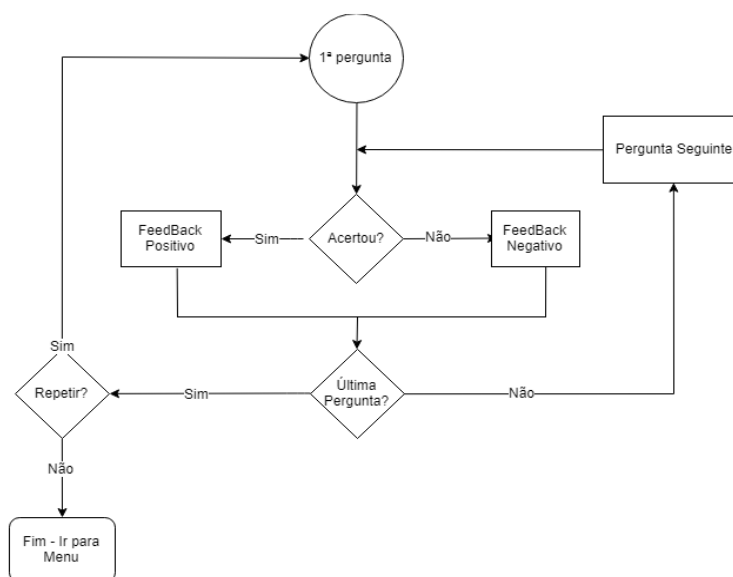


Figura 3.5 - - Funcionamento de um questionário

Foi proposto pelas doutoras do Centro Diferenças que cada questionário possuisse apenas 5 perguntas, de forma a não cansar o utilizador nem lhe apresentar níveis demasiado curtos que lhe criassem um desinteresse pela aplicação.

Sendo assim, é necessário que o jogador apresente um resultado positivo (no mínimo 3 perguntas certas) para que este possa desbloquear a categoria seguinte.

A cada pontuação do jogador será atribuída uma cor, (Fig. 3.6) para que este possa visualizar mais facilmente o seu progresso ao longo do jogo.

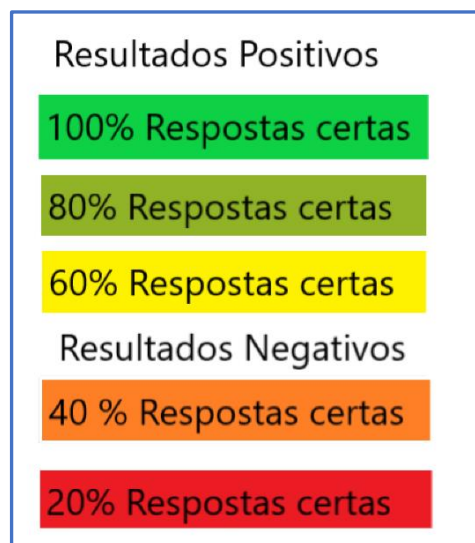


Figura 3.6 - Cores de cada pontuação

A única etapa que possuirá um formato diferente é a etapa do último nível. Esta etapa irá ser constituída por 10 perguntas em vez de 5 e tem como objetivo determinar se o jogador já domina todos os conceitos que aprendeu ao longo do jogo. Caso o jogador consiga completar esta tarefa com uma pontuação superior a 80% das respostas corretas, poderemos afirmar que este já não necessita do jogo para a sua aprendizagem.

Será explicada agora a estrutura dos questionários e, posteriormente, das etapas em formato 3D onde estes estão inseridos.

Object Pooling

Tendo em conta que este jogo visa alcançar não só a plataforma de computador, como também de tablets e telemóveis, é necessário que este seja desenvolvido com uma especial atenção ao processamento que irá necessitar para ser jogado. Como tal, decidiu-se desenvolver um “motor” de criação de questionários. Criou-se assim uma forma de armazenar (criação e alteração) de todas as perguntas de forma fácil e rápida através do conceito de *object pooling*.

O *object pooling* consiste na reutilização de objetos inicializados (em vez de se estar constantemente a inicializar e a destruir objetos), e é utilizado para melhorar o desempenho. Os objetos são guardados numa “pool” onde estarão prontos a ser chamados e utilizados a qualquer altura (Til, J.R, 2013).

No nosso caso, tendo em conta que existirão vários questionários para cada nível, em vez de estes serem criados todos de uma só vez, serão alocadas todas as componentes dos mesmos em vetores, e quando o jogador carregar um determinado nível, será apenas necessário substituir a informação no modelo (Fig. 3.7).

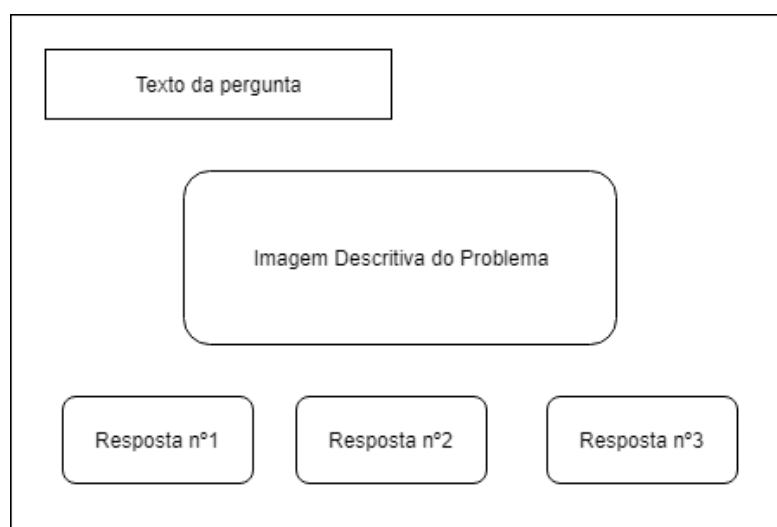


Figura 3.7 - Modelo de questões dos níveis didáticas.

Como se pode verificar, com a exceção da “pontuação” (que consiste apenas numa variável global com o intuito de guardar o desempenho do jogador), o objetivo, será a criação de 3 vetores (perguntas, imagens e respostas), que estarão associados ao número de cada pergunta. Desta maneira, por exemplo, quando for necessário aceder á pergunta número 4 do 3º questionário, apenas se terá que

aceder esses elementos do vetor e eles serão substituídos automaticamente no modelo de questionário.

Decidiu-se utilizar estas funcionalidades do *object pooling*, visando completar uma das características mais importantes a desenvolver nesta aplicação: a criação de uma interface eficiente que permitisse, facilmente, a adição, alteração e remoção de perguntas para que o jogo possa ser reutilizado, isto é, com esta funcionalidade pode-se facilmente alterar não só a dificuldade como também todo o tema do jogo se assim for desejado. Para tal, decidiu-se criar uma interface que permita esta funcionalidade – *Data Controller* (Fig. 3.8).

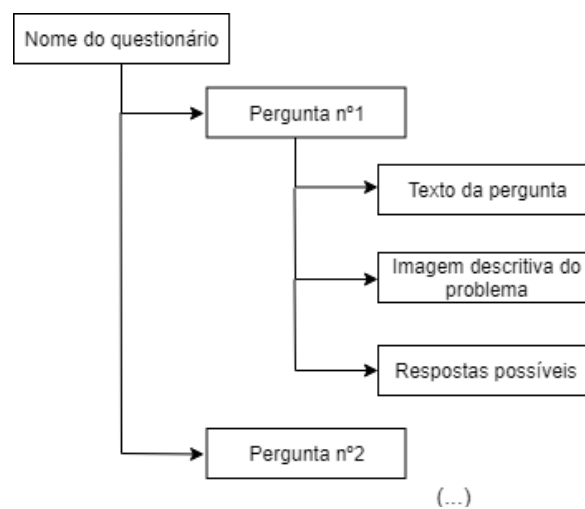


Figura 3.8 - Informações a preencher, por questionário, na estrutura do *Data Controller*.

3.6 Componente lúdica

Para além das categorias da componente didática, cada etapa irá também possuir um nível em 3D com o objetivo de não só premiar a criança pelo seu desempenho, como também, com o intuito de motivá-la a querer continuar a jogar.

Estes níveis não terão avaliação, contudo, se o utilizador os completar, estes irão ficar coloridos no menu para que o utilizador saiba facilmente que níveis já completou.

Ao contrário dos questionários cujo principal objetivo é de ensinar e avaliar o jogador, o principal objetivo dos níveis em formato 3D é que o jogador se

divirta. Isto não implica que o jogador não possa aprender também nestes níveis, contudo, esse não é o foco destas tarefas.

Os níveis 3D serão independentes uns dos outros para melhorar a eficiência da aplicação na medida em que desta maneira, cada nível não consumirá demasiado processamento e seja suportável por dispositivos com uma componente de hardware menos desenvolvida. Para cumprir este objetivo, serão também utilizados modelos 3D *low-polygon* que consistem em modelos com os detalhes reduzidos, possuindo assim, menos polígonos (Melax, 1998) e aumentando a eficiência da renderização.

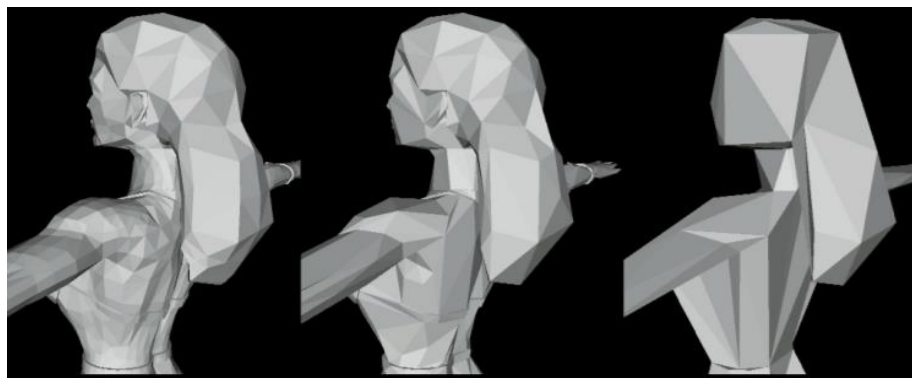


Figura 3.9 - Transformação de um modelo original para *low-polygon* (Melax, 1998)

Como se pode observar na Fig. 3.9, o modelo feminino mais á esquerda representa o modelo original. O modelo do meio e o modelo mais á direita possuem apenas 20% e 4% dos polígonos do modelo original. Apesar de se perderem detalhes do modelo original, estas transformações possibilitam aumentar a escalabilidade do jogo pois permitem que a renderização de cada modelo seja mais eficiente.

Estes mundos em formato 3D apresentarão variados temas e cada um possuirá atividades diferentes dos outros, assim como, músicas propícias aos temas em questão.

É essencial que cada um destes níveis possua uma personagem amigável e divertida que os jogadores possam controlar não só para que o jogo se torne mais interativo, como também, para que estes possam criar uma certa afeição com o personagem.



4 Desenvolvimento do protótipo

Este capítulo estará dividido em duas secções principais. Inicialmente será descrita a implementação das ideias descritas no capítulo anterior quer na componente didática, quer na componente lúdica. Posteriormente, serão esquematizadas as funcionalidades desenvolvidas de forma a poder acompanhar o progresso de cada utilizador

4.1 Componente Didática

Como foi sugerido no capítulo 3, para uma utilização eficiente dos vários questionários, decidiu-se criar uma estrutura de dados (*Data Controller* – Fig. 4.1) com base no conceito de *object pooling* que possibilite uma fácil adição, alteração e remoção de perguntas, possibilitando assim que esta aplicação seja flexível.

Como se pode verificar na imagem acima, cada vez que se deseje adicionar ou alterar uma pergunta, apenas terão que ser preenchidos os parâmetros apresentados (texto da pergunta, imagem, número de respostas, texto das respostas e indicação de qual a resposta certa). Posteriormente, estas informações

serão guardadas automaticamente nos vetores correspondentes para que possam ser acedidas de forma fácil e eficaz como explicado anteriormente.

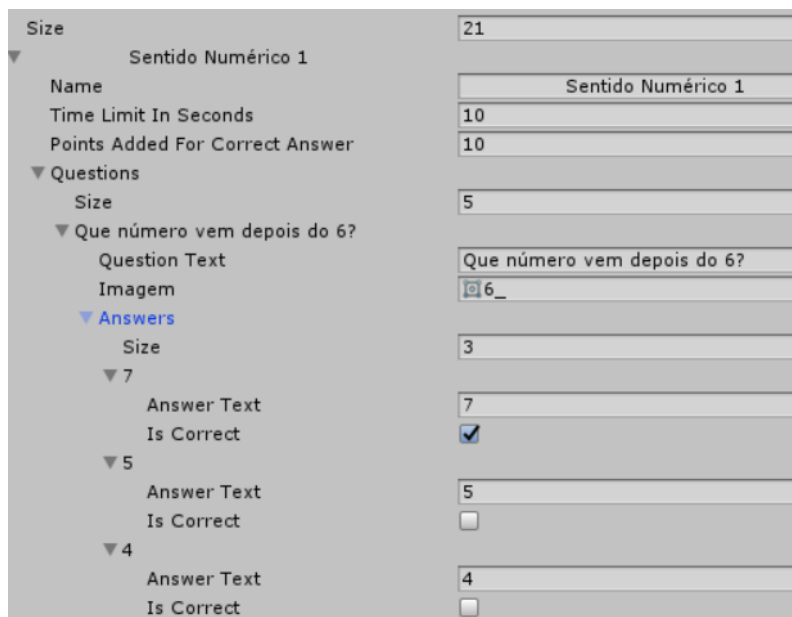


Figura 4.1 - Exemplo de uma pergunta no Data Controller

Esta interface pode apenas ser alterada utilizando o Unity e irá ser fornecido um manual de utilização nos anexos deste documento.

Cada vez que o utilizador tentar aceder a um determinado questionário, torna-se apenas necessária a busca da informação desse nível aos vetores de informação, e substituir essa mesma informação no *template* de questionários (exemplificado na figura 4.2).

Após a finalização de um dos questionários por parte do jogador, ser-lhe-á apresentado o seu resultado, assim como, a hipótese de poder repetir o nível ou voltar para o menu (Fig. 4.3).

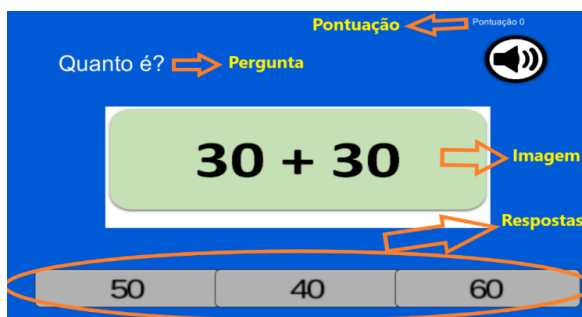


Figura 4.2 - Exemplo de uma questão dos níveis didáticos



Figura 4.3 - Fim do questionário e suas opções

4.2 Componente lúdica

A Ilha

O primeiro nível 3D denomina-se “A ilha” (Fig. 4.4) que tal como o nome indica, consiste numa ilha com diversos objetos e atrações visuais onde o objetivo é que o jogador colectione os números de 0 a 10 por ordem crescente á medida



Figura 4.4 - Visão geral da primeira etapa 3D



Figura 4.5 - Visão aproximada de parte da ilha (números 5 e 6) que vai explorando a ilha (Fig. 4.5).

Este nível apresenta uma dificuldade mais acessível do que os seguintes, pois também tem como objetivo ambientar o jogador aos comandos que lhe permitem controlar o personagem. A base destes controlos será utilizada em todos os níveis com formato 3D.

Na versão de computador o personagem é controlado pelas teclas “WASD” para andar, e a tecla de “espaço” para saltar. Na versão de telemóvel/tablet o jogador possui uma espécie de joystick (Fig. 4.6), facilitando assim o seu movimento com o personagem.

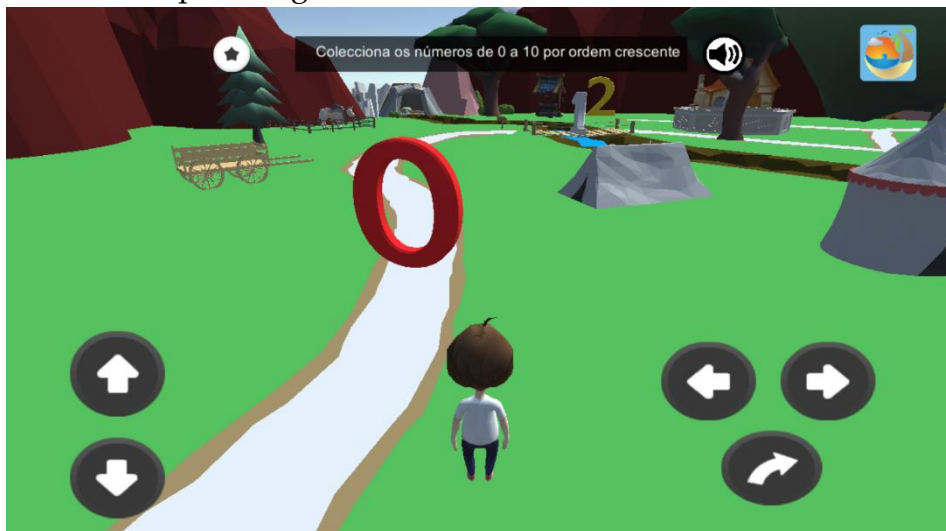


Figura 4.2 - Interface do jogador na versão para telemóvel e tablet

Castelo do Som

O segundo nível 3D, com o nome “Castelo do Som”, possui a estrutura de um castelo (fig. 4.7), com diversas divisões mobiladas (quartos, casas de banho, etc.), onde de forma semelhante á primeira etapa, o jogador terá que explorar o mundo para completar os desafios apresentados que estão representados por uma estrela amarela (Fig. 4.8).



Figura 4.3 - Visão geral do “Castelo do Som”.



Figura 4.8 - Exemplo de uma das secções do castelo com um desafio (estrela).

Ao contrário da etapa “Ilha dos números” que se focava na componente visual para colecionar os números de 0 a 10 para poder completar a etapa, todas as tarefas do “Castelo do Som” necessitam da utilização da componente auditiva do jogador (fig. 4.9). Tomou-se esta decisão não só para tornar o jogo mais divertido e interativo, mas também, com o intuito de desenvolver a associação dos números á sua denominação por parte do jogador.

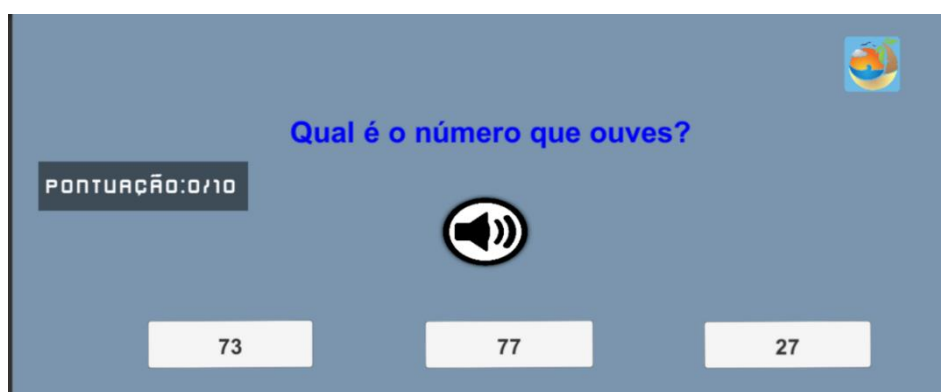


Figura 4.9 - Exemplo de uma das tarefas do “Castelo do Som”

A Corrida na Ilha

Na terceira etapa do jogo, a dificuldade dos questionários aumenta consideravelmente, e para o jogador não perder a motivação para jogar, decidimos introduzir um nível 3D mais interativo, com mais ação e com uma dificuldade um pouco mais elevada também. Surge assim a criação de um

personagem em forma de carro que o jogador pode controlar (Fig. 4.10), assim como, uma pista para este poder completar (Fig. 4.11).

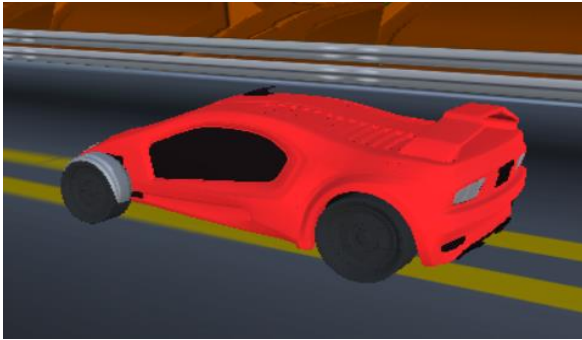


Figura 4.10 - Carro-personagem

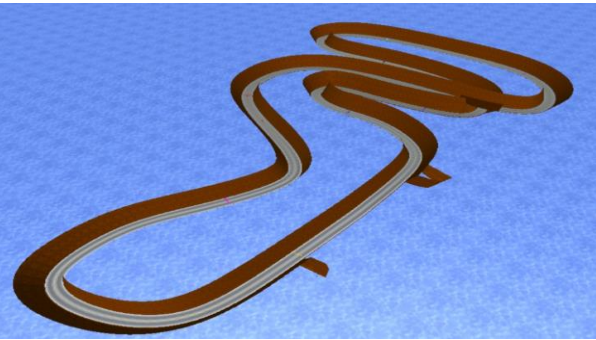


Figura 4.11 - Visão geral do formato da pista

Tendo em conta que os questionários desta etapa abordam os números de 0 a 1000, decidiu-se que o jogador, á medida que conduz o carro e tenta completar a pista, teria de colecionar os números de 0 a 1000 (incrementado 100 de cada vez, ou seja, 0, 100, 200...).

Este nível tem também como objetivo a habituação do jogador ao controlo do carro, pois na última ilha (Desafio Final) este conceito será reaproveitado e o jogador necessitará de controlo e precisão para obter bons resultados.

Desafio Final

A última etapa, “Desafio Final”, envolve 3 novas pistas complementares á “Corrida na Ilha” (Fig. 4.12).

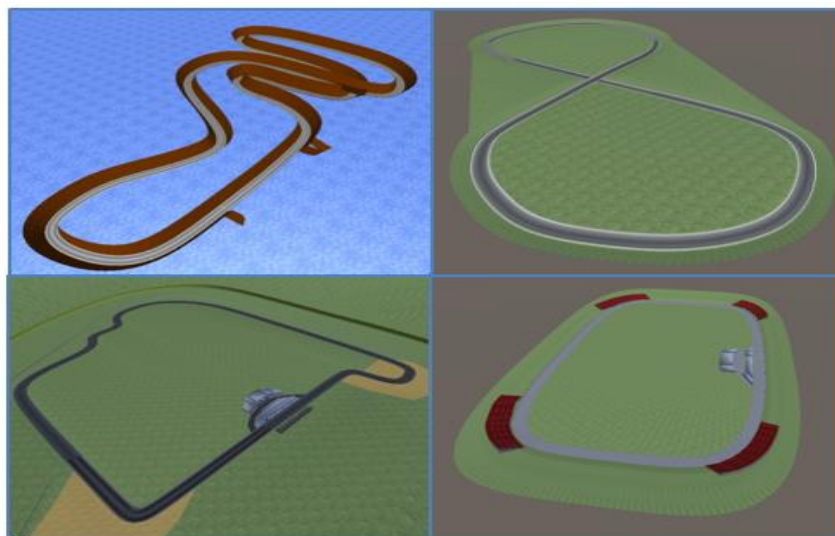


Figura 4.4 - As 4 pistas do “Desafio Final”

Nesta etapa surge a introdução do conceito de velocidade (é apresentado um velocímetro ao jogador com a sua velocidade atual) e de um cronómetro (o jogador pode ver o tempo que demora a completar cada volta na pista, tentando melhorar assim o seu recorde pessoal - Fig. 4.13).

Desta forma, o jogador possui mais duas formas interativas que lhe permitem a associação do conceito de número a situações do dia-a-dia.

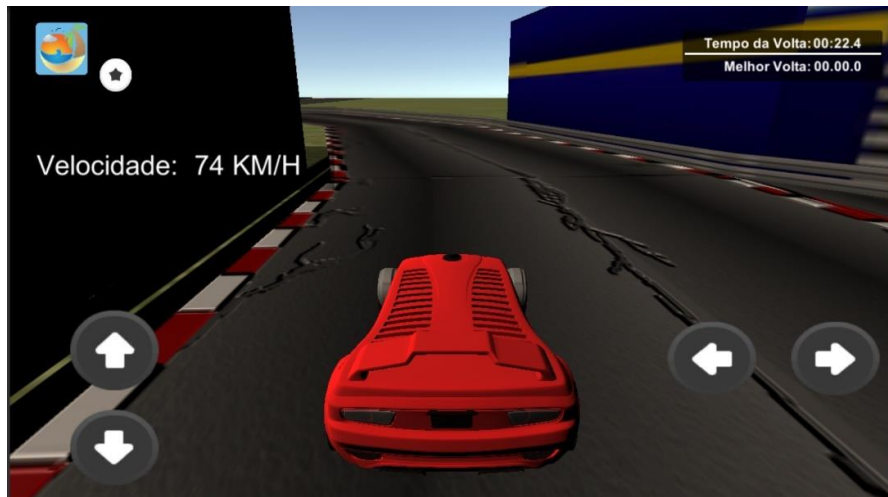


Figura 4.5 - Interface do utilizador no “Desafio Final”

Esta é a única etapa que necessita que o jogador complete primeiro o questionário antes de poder ser jogada. Decidiu-se tomar esta decisão pelo facto de este ser o último nível, impedindo assim, que os jogadores após terem completado todas as etapas 3D não resolvessem o último questionário com uma avaliação positiva, tendo em conta, que este possui 10 perguntas (em vez de 5 como anteriormente) com uma dificuldade bastante mais elevada.

4.3 Sistema de Login

Desde as primeiras versões do jogo que foram testadas por diversos utilizadores que surgiram vários problemas. Primeiro, era bastante difícil acompanhar o progresso destes sem uma forma automática de o fazer, e em segundo, caso duas pessoas quisessem jogar no mesmo dispositivo, teriam que jogar ambos na mesma “conta de utilizador” não possuindo assim um progresso individual.

Foi então que surgiu a necessidade de criar um sistema de login (Fig. 4.14), que possibilitasse não só a utilização da aplicação por mais do que um utilizador no mesmo dispositivo, como também, que permitisse guardar automaticamente os seus resultados deixando-os prontos para análise por parte das terapeutas.

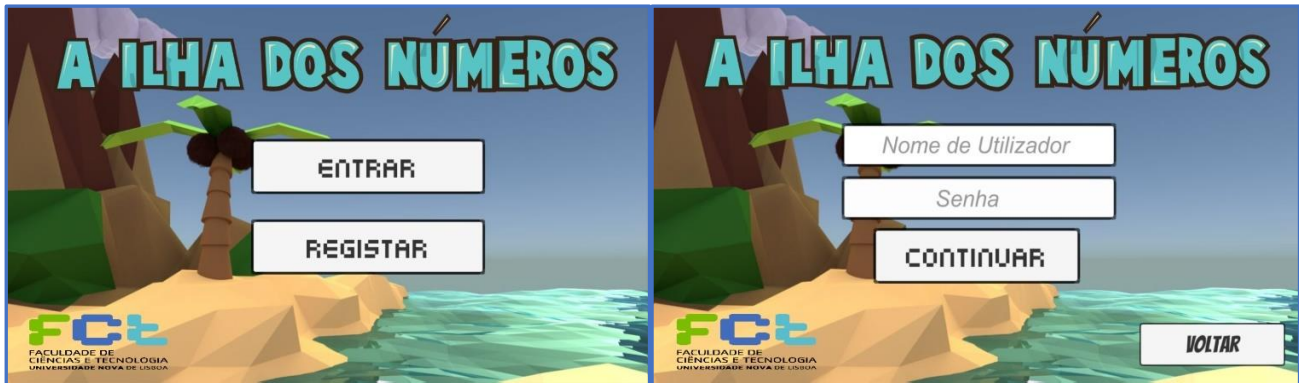


Figura 4.6 - Sistema de Login

Como se pode reparar na figura anterior, os utilizadores quer se estejam a registar, quer estejam a entrar na conta, apenas têm que digitar o seu nome de utilizador e password, e obviamente, não é possível a existência de dois utilizadores com o mesmo nome no mesmo dispositivo. Contudo, sem uma base de dados online, é possível criação utilizadores com o mesmo nome em dispositivos diferentes. Para resolver este problema, sem criar uma base de dados, decidiu-se atribuir a cada utilizador, imediatamente após o seu registo, um ID de sessão gerado aleatoriamente, permitindo assim, distinguir os utilizadores com o mesmo nome e acompanhar o seu progresso em cada nível (Fig. 4.15).

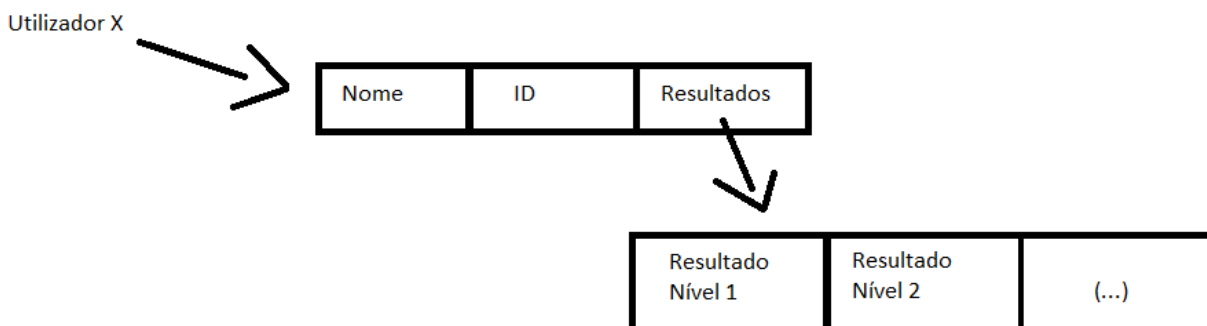
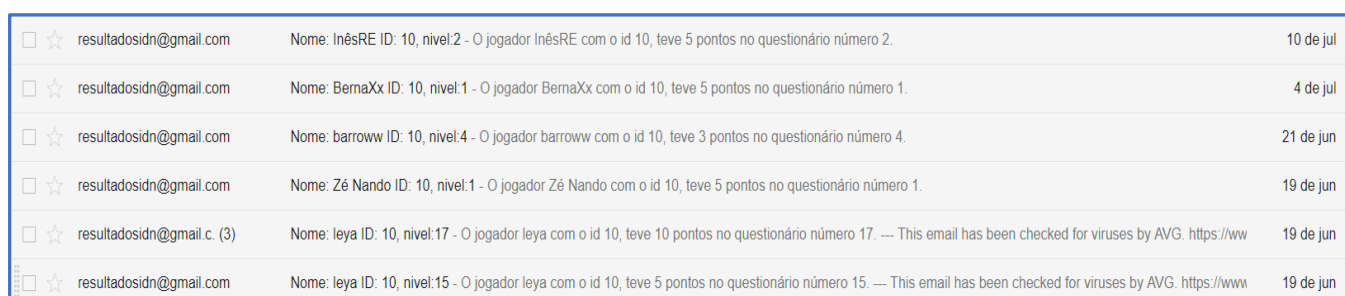


Figura 4.7 - Armazenamento de informação por utilizador

Apesar de até aqui, já terem sido implementadas todas as ferramentas para acompanhar cada utilizador, esse acompanhamento teria de ser feito de forma manual através do Unity, tornando-se um processo demasiado lento, ineficiente e inconveniente. Surgiu então a necessidade de criar um sistema que permitisse o envio de resultados do jogador para um e-mail criado apenas com o intuito de receber estas informações (ilhadosnumeros@gmail.com).

Desta forma, como se pode ver na figura 4.16, cada vez que um jogador termina um determinado nível, é imediatamente enviado uma mensagem para o e-mail de administrador com as suas informações e resultados, permitindo assim, uma avaliação rápida e eficaz das pontuações obtidas por todos os utilizadores, em qualquer dispositivo.



<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.com	Nome: InêsRE ID: 10, nivel:2 - O jogador InêsRE com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 2.	10 de jul
<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.com	Nome: BernaXx ID: 10, nivel:1 - O jogador BernaXx com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.	4 de jul
<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.com	Nome: barroww ID: 10, nivel:4 - O jogador barroww com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 4.	21 de jun
<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.com	Nome: Zé Nando ID: 10, nivel:1 - O jogador Zé Nando com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.	19 de jun
<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.c. (3)	Nome: leya ID: 10, nivel:17 - O jogador leya com o id 10, teve 10 pontos no questionário número 17. --- This email has been checked for viruses by AVG. https://www	19 de jun
<input type="checkbox"/> ☆ resultadosidn@gmail.com	Nome: leya ID: 10, nivel:15 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 15. --- This email has been checked for viruses by AVG. https://www	19 de jun

Figura 4.16 - Obtenção automática de resultados via e-mail.

5

5 Validação

Esta secção será dividida em três secções principais: primeiramente será feita uma análise dos resultados obtidos através de e-mail (focados na validação da componente didática), posteriormente, serão analisados os resultados obtidos através de uma atividade realizada na Faculdade de Ciências e Tecnologias pelo Club Math (mais focados na componente lúdica), onde foi possível não só testar o jogo desenvolvido, como também, obter as opiniões dos jogadores sobre o jogo através um inquérito sobre o mesmo (em anexo na secção 8.2) e, por fim, será apresentada uma lista de todas as mudanças que fizemos através do feedback recebido.

5.1 Análise dos resultados por e-mail

Antes da análise destes resultados, é importante ter em conta que, embora o jogo tenha sido desenhado e desenvolvido em estreita colaboração com o Centro Diferenças, não foi possível fazer testes com as crianças do centro em tempo útil e, portanto, os resultados dos e-mails que serão analisados (em anexo na secção 8.4), foram obtidos através da utilização desta aplicação por parte de crianças sem necessidades especiais de educação. É importante também ter em consideração que apenas serão apresentados os resultados da versão final do jogo e após ter sido desenvolvido o sistema de login.

Como se pode verificar através da análise da figura 5.1, houve um total de 8 participações com resultados gravados através da funcionalidade de e-mail.

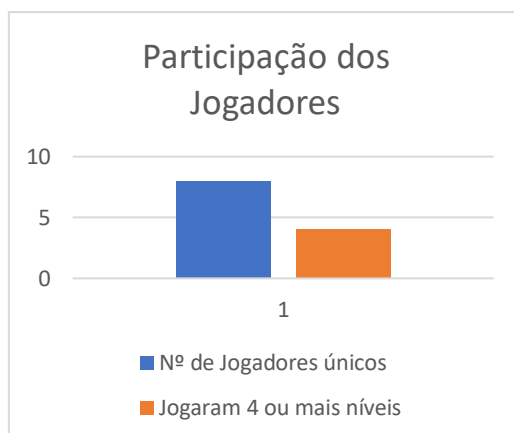


Figura 5.1 - Participação dos jogadores

Destas 8 participações, apenas 4 delas (50%), jogaram mais do que 4 níveis didáticos. Uma possível causa para este acontecimento é o facto de apenas ser necessário completar 2 níveis didáticos para desbloquear os dois primeiros mundos 3D (que já requerem algum tempo e dedicação do utilizador para serem concluídos).

Após a análise dos resultados finais dos 4 jogadores com mais de 4 níveis completados pode-se verificar que 9 níveis didáticos foram jogados mais do que uma vez por parte destes jogadores, e destas 9 repetições, 7 delas obtiveram um resultado melhor do que a tentativa anterior. (fig. 5.2). Podemos então concluir que, apesar do tamanho da amostra ser relativamente pequeno, existiu uma melhoria nos resultados dos jogadores que repetiram os níveis.

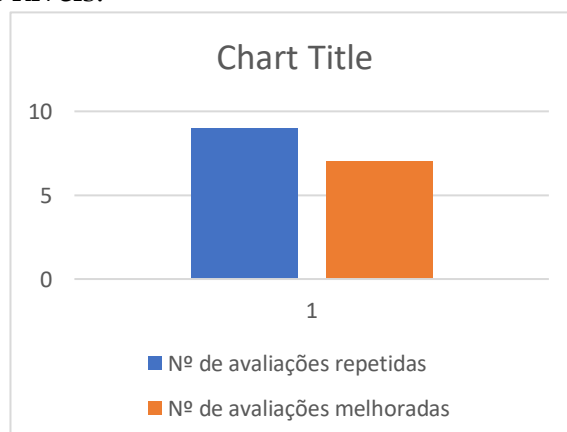


Figura 5.2 - Número de níveis repetidos

5.2 Análise dos resultados da atividade no ClubeMath

O ClubeMath é um clube de matemática destinado a jovens, desde o 1º até ao 12º ano de escolaridade, que funciona na Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL (campus de Caparica).

As atividades do Clube pretendem dar a conhecer uma faceta diferente e divertida da Matemática, estimulando assim o gosto e o interesse por esta ciência. Surgiu assim a oportunidade de se testar o protótipo desenvolvido nesta dissertação.

Antes da análise dos resultados desta atividade, é importante ter em conta que até á data desta atividade apenas estavam desenvolvidos os níveis das primeiras duas etapas (“A ilha” e “O castelo do Som”). É importante denotar também, que o jogo tem como público alvo as crianças dos 4 aos 10 anos, contudo, como se pode ver na figura 4.17, a média de idades dos participantes foi de, aproximadamente, 9 anos. Outro pormenor a ter em conta, é que estes utilizadores também não possuíam qualquer tipo de necessidades especiais de educação. Pode-se concluir que a junção destes três fatores seja a justificação para a classificação do grau de dificuldade do jogo por parte dos utilizadores (Fig. 4.17).



Figura 5.3 - Idades dos participantes na atividade Club Math

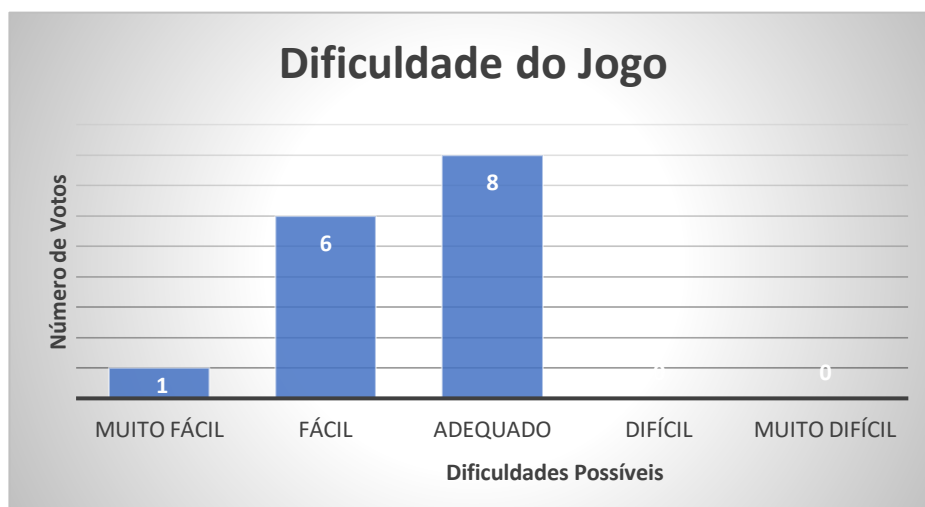


Figura 5.4 - Classificação da dificuldade do jogo por parte dos utilizadores

Através da análise dos resultados apresentados pela figura 4.19, pode-se verificar que a média da avaliação geral do jogo foi de 7,8 valores em 10. Podemos concluir que um dos fatores que fez com que esta nota não fosse superior é, como visto anteriormente na figura 4.18, que a dificuldade do jogo não fosse a mais adequada, tendo em conta, as idades das crianças presentes nesta atividade.

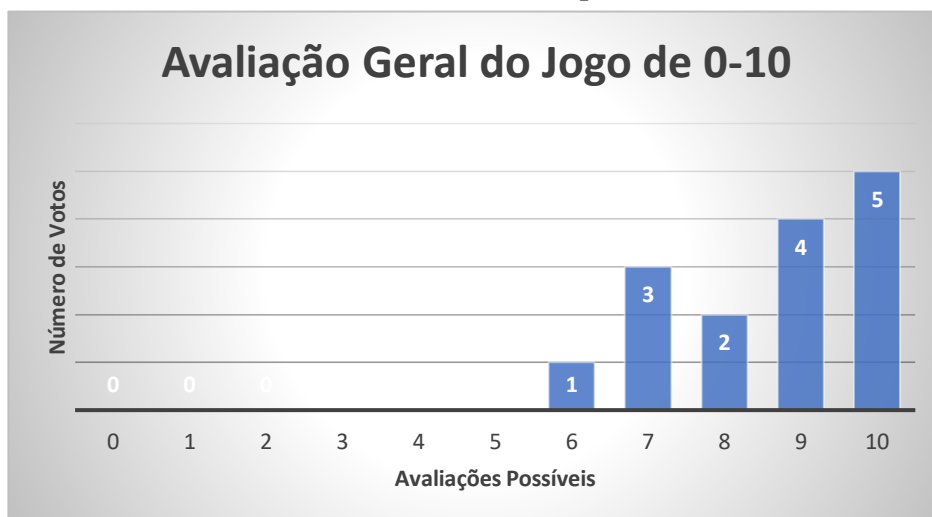


Figura 5.5 - Avaliação geral do jogo (de 0-10) por parte dos utilizadores

Apesar das classificações de avaliação geral da aplicação, por parte dos utilizadores envolvidos nesta atividade, 100% destes deram a nota máxima á componente lúdica (diversão, Fig. 4.20) o que é um resultado mesmo muito positivo, tendo em conta, que ao ter-se realizado o estudo do mercado pode-se

verificar que eram quase inexistentes os jogos sobre este tema que tivessem uma componente lúdica realmente divertida.

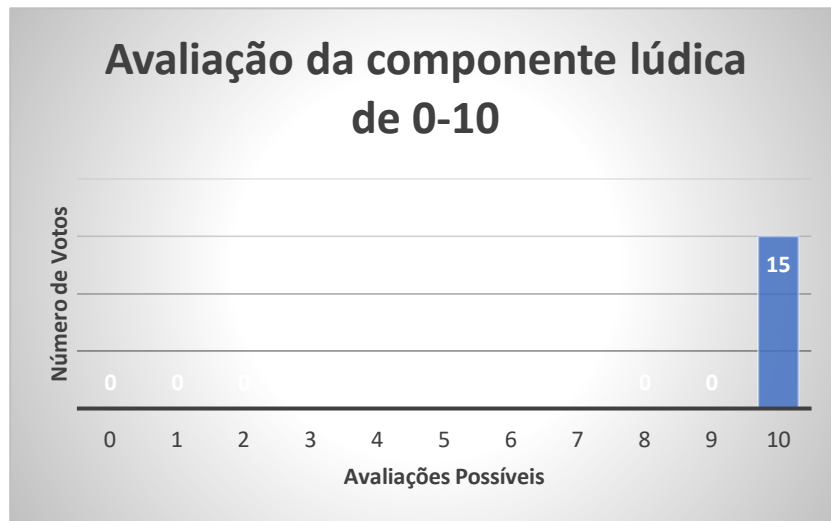


Figura 5.6 - Respostas à pergunta "O quão divertido achaste o jogo? (de 0-10)"

Como explicado anteriormente, os jogos sérios têm como objetivo ensinar, contudo, de forma divertida, tornando assim, ainda mais, os valores do gráfico acima num ponto forte desta aplicação perante os seus competidores no mercado. Este foi talvez, o motivo pelo qual 87% dos utilizadores (13 dos 15 totais) afirmaram que voltariam a jogar o jogo "A Ilha dos Números" ou a recomendá-lo a um amigo/familiar (Fig. 4.21).

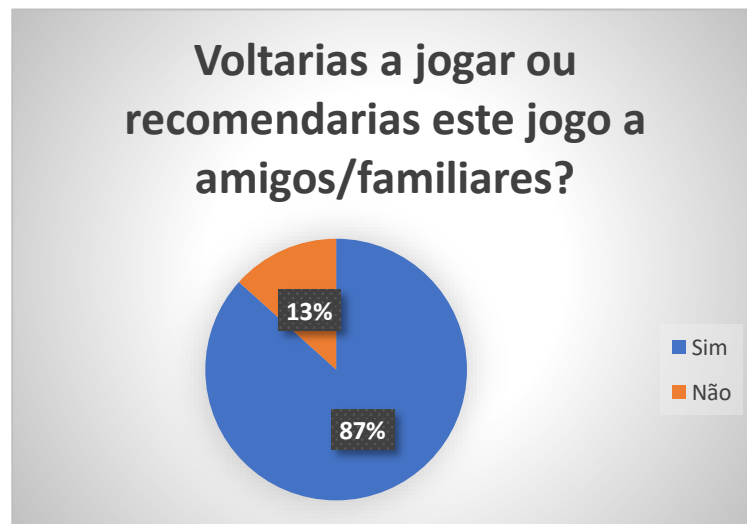


Figura 5.7 - "Voltarias a jogar ou recomendarias este jogo?"

O resto dos resultados destes inquéritos encontram-se em anexo na secção 8.2.

5.3 Feedback e alterações

Foi graças ao feedback recebido que se pôde alterar vários pormenores do jogo, não só com o intuito de o tornar mais divertido, como também, para o tornar mais divertido e eficiente. Eis uma lista das várias alterações/adições efetuadas:

- **Adaptação da jogabilidade para crianças que não sabem ler**

Tendo em conta que o público-alvo do jogo são crianças dos 4 aos 10 anos e com necessidades especiais de educação, muitos dos seus jogadores não sabiam ou tinham dificuldades a ler, tornando o jogo difícil e aborrecido por motivos que nem sequer estavam relacionados com a temática em questão. Decidiu-se então adicionar botões (Fig. 4.22) que ao serem pressionados que irão reproduzir ficheiros de som que estão de acordo com o texto a ser apresentado nesse momento. Estes ficheiros de som foram gravados no estúdio de gravação e produção musical de André Biléu.



Figura 5.8 - Imagem dos botões de leitura de texto

- **Simplificação da avaliação**

Inicialmente, os questionários possuíam um “timer” de 10 segundos que permitia cronometrar o tempo que cada utilizador demorava a responder a cada questão, e que, emitia alertas quando o tempo estivesse a quase a acabar. Para além disto, a pontuação atribuída a cada jogador por uma resposta certa consistia na divisão de um valor fixo pelo tempo que o jogador demorou a responder criando assim bastante pressão sobre o jogador impedindo, por vezes, que estes respondessem realmente de acordo com os seus conhecimentos apenas por estarem sobre demasiada pressão ou para

serem rápidos. Decidiu-se então remover esta funcionalidade permitindo assim que os jogadores respondam sobre condições mais favoráveis.

- **Menus mais apelativos**

Não só os utilizadores mais jovens, como também os mais adultos, inicialmente, opinaram que todos os menus do jogo estavam demasiado confusos e pouco apelativos, tornando assim, a sua interação com o jogo, demasiado “monótona”, “confusa” e pouco “interativa”. Após várias modificações às imagens de fundo, á adição de cor aos botões consoante os resultados obtidos nos níveis anteriores, ao “tema” de cada menu, ao tipo de letra e á criação de caixas “baças” para os níveis que ainda não foram desbloqueados chegou-se a produtos exemplificados na figura 4.23 e na figura 4.24, cujo, feedback foi excelente.



Figura 5.10 - Menu Inicial



Figura 5.9 - Menu da primeira etapa "A Ilha"

- **Adição de ferramentas didáticas**

Esta adição foi sugerida por parte de alguns utilizadores mais adultos. Estes defendiam que o jogo era bastante divertido e que podia ser desafiante para muitas crianças, contudo, apenas como teste das suas capacidades e que dispunha de poucas ferramentas que lhes ensinassem algo. Foi assim que foram adicionadas algumas imagens ilustrativas do



Figura 5.11 - Menu da categoria Sentido Numérico da etapa “Castelo do Som”

que os níveis posteriores viriam a desafiar, ensinando ao mesmo tempo, conceitos básicos da matemática, como por exemplo, a reta numérica dos números do 0 ao 100 ilustrada na figura 4.25.

- **Criação de uma versão para android**

Inicialmente, ponderou-se se seria mais rentável criar apenas uma versão para computador visto que poderíamos adicionar muito mais detalhes e funcionalidades nos mundos 3D pois não haveria limites de capacidade de processamento. Contudo, após o debate com alguns familiares de crianças com necessidades de educação, chegou-se á conclusão que muitas destas crianças se distraiam facilmente ao computador devido á complexidade do teclado e do rato, acabando por desistir do jogo. Foi então que se decidiu a criação de uma versão para computador, para quem não tem dispositivos móveis que suportem o jogo, e de uma versão para tablets e telemóveis, mais uma vez, focada no conforto da jogabilidade dos utilizadores.

- **Melhoramento do controlo do personagem**

A forma como o personagem nos níveis 3D é controlado foi das tarefas mais fáceis de implementar na versão para computador e, sem dúvida, a mais desafiante no desenvolvimento de todo o jogo, na versão para tablets e telemóveis. Foram desenvolvidas várias interfaces que nunca agradaram aos utilizadores (volantes, joysticks, etc.), e da mesma forma, foram desenvolvidas várias “câmaras” acompanham o personagem enquanto este se movimenta, algumas das quais eram controladas pelo próprio utilizador. Após vários testes a versão mais votada pelos utilizadores foi a da utilização da mais simples: duas setas para controlar o movimento para a frente e para trás, duas setas para virar a direção para onde o boneco está a olhar e um botão para saltar. Esta interface está representada na Figura 4.26 (retirada da etapa “Castelo do Som”).

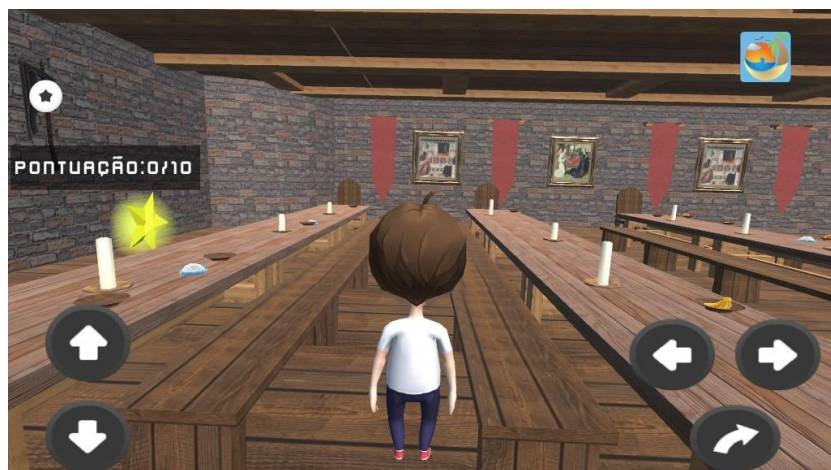


Figura 5.12 - Interface de utilizador na etapa 3D “Castelo do Som”.

- **Criação de instruções**

Não só as crianças, como também alguns adultos sentiram dificuldades a entender não só o seu progresso no jogo, como também o objetivo do mesmo. Foi então sugerida a criação de algumas instruções gerais para o menu principal (Fig. 4.27), e algumas instruções nas partes mais complexas do jogo, como por exemplo, após a introdução do nível “A Corrida na Ilha” onde o utilizador pode começar a conduzir um carro.

Todas as instruções adicionadas, possuem também, um botão com a capacidade de “ler” o texto para o utilizador caso este não saiba ler, ou assim o deseje, como explicado anteriormente.

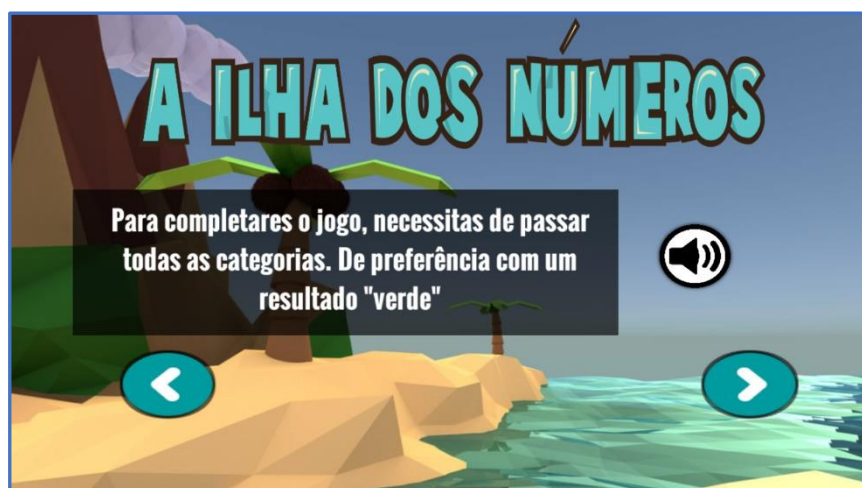


Figura 5.13 - - Exemplo de uma secção das instruções do Menu Inicial



6 Conclusão e trabalhos futuros

O objetivo deste capítulo será de sintetizar não só os maiores desafios encontrados ao longo do desenvolvimento deste projeto, como também, opinar um pouco sobre a experiência que foi trabalhar nesta área e com esta equipa. Por fim, será feito um apanhado da análise de resultados e a avaliação de uma possível utilização deste tipo de aplicações (jogos sérios) no ensino a crianças com necessidades especiais de educação com o intuito de responder á principal questão-problema desta dissertação

6.1 Discussão final de resultados

Apesar de estar bastante satisfeito com o produto final obtido, a verdade é que, apesar de ser bastante viável a criação de um jogo digital por apenas um individuo, tornou-se um pouco complicado a realização de algumas tarefas que foram necessárias desenvolver fora da área da programação, como por exemplo, a criação de logotipos, edição de som, design, entre outros.

Para alcançarmos todos os objetivos pretendidos (lançamento público, uma possível autossustentabilidade da aplicação, etc.), poder-se-ia ter alcançado algo melhor e “maior” através da participação neste projeto, de pessoas especializadas em cada uma das áreas necessárias á criação / publicação deste tipo de aplicações (marketing, design digital, etc.). Será algo a ponderar, a colocação de certos profissionais a tratar destes pormenores na equipa do STB, á medida que o jogo é desenvolvido pelos alunos.

Foi também possível denotar que não só as crianças, como também os adultos, se dispuseram completamente a ajudar e a participar nos testes da aplicação. Cremos que isto aconteceu pelo facto de que o objetivo dos jogos sérios é auxiliar os seus utilizadores. Por este mesmo motivo, era de se esperar que a realização deste projeto, independentemente dos resultados, seria bastante gratificante, contudo, não existem palavras suficientes para descrever não só as expressões de diversão das crianças que foram possíveis de observar ao jogarem o jogo “Ilha dos Números”, como também, das opiniões dos pais destas crianças acerca do mesmo.

Após a análise dos resultados é possível reparar que metade dos utilizadores apenas jogaram o jogo uma vez. Isto provavelmente aconteceu pelo facto de apenas ser necessário completar dois níveis didáticos para se desbloquear os dois primeiros mundos com formato 3D. Para resolver este problema, sugerimos apenas desbloquear os mundos 3D após os níveis didáticos dessas etapas serem completados e a criação de sistemas de recompensa para motivar os utilizadores e criar rotinas de jogo para os mesmos.

Apesar desta pequena percentagem de desistências e do tamanho da amostra, foi possível verificar na análise de resultados que realmente existiu uma evolução na performance dos utilizadores que repetiram os níveis após não terem obtido 100% das respostas corretas nas suas primeiras tentativas de resolver os questionários.

Surge então a necessidade de responder à questão principal lançada no início desta dissertação:

Tendo em conta que o objetivo final consiste na estimulação da criança, motivando-a a jogar, a aprender e a exercitar as capacidades desenvolvidas será que o jogo desenhado e desenvolvido, enquanto protótipo, realmente valida a hipótese de que é possível integrar as tecnologias de informação e comunicação no processo de aprendizagem de crianças com necessidades especiais de educação?

Apesar de não ter sido possível que as crianças do Centro Diferenças jogassem a versão final do jogo, com os resultados obtidos através de e-mail e com os resultados obtidos através dos questionários na atividade do Club Math, podemos concluir que sim, realmente é possível integrar as tecnologias de

informação e comunicação no processo de aprendizagem de crianças com necessidades especiais de educação.

Contudo, apesar de o jogo não ter sido testado por estas crianças torna-se possível concluir que este tipo de aplicações pode trazer bons resultados para aprendizagem das crianças pois se combinarmos o facto de que as crianças que participaram na atividade do Club Math e testaram a componente lúdica do jogo apresentaram expressões de diversão e motivação perante a aplicação com o facto de que a análise de resultados dos e-mails permitiu concluir que realmente houve uma melhoria nos resultados dos jogadores que repetiram níveis, ou seja, se combinarmos os resultados da componente lúdica e didática, podemos concluir que é possível aprender de forma divertida através das tecnologias da informação e comunicação.

Analisando as opiniões das pessoas que utilizaram as versões mais rudimentares do jogo após terem testado a versão final, podemos concluir, seguramente, que as alterações feitas após a análise do feedback das versões antigas proporcionaram resultados magníficos, não só para motivarem os utilizadores a continuarem a jogar, como também, no entusiasmo que estes mostraram na sua progressão nos níveis de formato 3D.

A próxima grande etapa deste tipo de projetos (jogos sérios) será a criação de parcerias com instituições que possam utilizá-las de imediato na área desejada, ou seja, no ensino a crianças com e sem necessidades especiais de educação.

6.2 Créditos

Gostaria, neste capítulo final, de destacar todo o contributo do Centro de Desenvolvimento Infantil Diferenças pelo desenvolvimento das diferentes secções técnicas, pelas inúmeras ideias propostas pelo acompanhamento permanente do jogo ao longo do desenvolvimento do mesmo. Gostaria também de agradecer a todas as pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para o desenvolvimento do protótipo (Figura 6.1):

Jogo criado por:	José Mendes	Música:	André Biléu (Menu) Joshua Emyre (Arcade music loop) Medieval Cowboys
Programador:	José Mendes	Logotipo:	Pedro Macário
Design:	José Mendes	Assets:	A3D AxeYWorks Ink Phantom Studio KarboosX One Wheel Studio Paitao Zhao Spyblood Games SuperCyan
Parcerias:	Centro Diferenças Social Tech Booster		
Ideia Inicial:	Ana Cristina Nascimento Sofia Brás Monteiro		
Edição de áudio:	José Mendes André Biléu		
Agradecimentos	Adriana Carvalhinho Ana Cristina Oliveira Ana Paula Duarte Ana Paula Santos Ana Raquel Costa Bruno Campos Bruno Oliveira Cláudia Brandão Fernanda Marinho Francisco Costa Icla Paizante João Castanheira João Gonçalves José Alberto N.A.F Mendes José Maia Leonardo Espada Miguel João Nuno Fernandes Pedro Leandro Pedro Lopes		

Figura 6.1 - Créditos finais do jogo

6.3 Trabalho futuro

Para além de ser necessário a realização de mais testes da aplicação com crianças do Centro Diferenças, existem 4 tópicos principais cujo desenvolvimento poderia beneficiar bastante o sucesso desta aplicação.

- **A nível de marketing**

Tendo em conta os resultados obtidos e a análise feita anteriormente, existem algumas alterações/adições que sugerimos implementar.

A nível de marketing até à data, a aplicação apenas foi utilizada por um pequeno aglomerado de pessoas, sendo a maior parte deste, pacientes do Centro Diferenças. Futuramente, propõe-se a inserção desta aplicação em diversas lojas online, como por exemplo a App store e a Playstore. Seria bastante proveitoso também tentar-se fazer a parceria com algumas empresas / escolas para que esta aplicação possa ser utilizada como uma forma de ensino.

Para este objetivo ser realizado, seria necessário tornar este protótipo numa aplicação mais profissional, para tal temos uma lista de sugestões:

- **Criação de uma base de dados on-line**

Para a utilização desta aplicação ser realizada a nível nacional e, futuramente, a nível internacional, seria necessário criar uma base de dados com os dados de todos os utilizadores onde automaticamente fossem atualizados os gráficos de desempenho destes, para que os seus tutores possam atuar de forma mais rápida e eficiente.

- **Criação de uma aplicação de suporte para os questionários**

Neste momento, a única maneira de poder alterar qualquer tipo de funcionalidade desta aplicação é através do Unity Editor, seria uma mais valia a criação de uma aplicação que permitisse, no mínimo, poder-se alterar os níveis já existentes, assim como, a adição de novos níveis. Tendo em conta que já está implementado um algoritmo de *object pooling*, apenas seria necessário que a aplicação enviasse a informação digitada pelo utilizador para os vetores que são utilizados por este algoritmo. Desta forma seria possível que cada instituição pudesse, facilmente, adaptar o jogo às suas necessidades, da mesma forma que nós o fizemos para o Centro diferenças. Caso isto se realize, esta aplicação poderá ser utilizada em todo o tipo de temas, relacionados ou não, com a matemática.

- **Criação de um sistema de recompensas**

Apesar de o jogo já possuir várias formas de recompensa / motivação aos seus utilizadores, a criação de um ou vários sistemas de recompensas, como por exemplo, sistema monetário, loja de cosméticos ou até mesmo a personalização dos personagens poderiam criar nos utilizadores um vínculo para com o jogo, tendo em conta que teriam mais liberdade para tomar decisões e se afeiçoarem ao jogo. Este tipo de sistemas não só estaria de acordo com a temática do jogo, como também poderiam melhorar a eficiência dos seus resultados, tendo em conta que, os utilizadores teriam que efetuar uma gestão de recursos semelhante aos desafios que o ser-humano presencia no dia-a-dia.

Bibliografia

- Anghileri, J. (2005). Children's Mathematical Thinking in Primary Years.
- Avramidis, E., Avgeri, G., & Strogilos, V. (2018). Social participation and friendship quality of students with special educational needs in regular Greek primary schools. *European Journal of Special Needs Education, 33*(2).
- Blender. (n.d.). Blender. Retrieved from <https://www.blender.org/>
- Cardoso, T. (n.d.). Documentação de Tecnologias de Jogos Digitais (TJD). FCT.
- Cardoso, T., & Espada, L. (2017). *Desenvolvimento de um jogo sério para o treino da leitura destinado a crianças com perturbações de desenvolvimento*. FCT.
- Cardoso, T., Santos, C., Santos, V., & Barata, J. (2015). Transferência de Tecnologia para Causas Sociais através de VideoJogos. *SciTecIN'15 / EPCG2015*.
- Cardoso, T., Sousa, J., & Barata, J. (2017). Digital Games' Development Model. *EAI Endorsed Transactions on Game-Based Learning, 4*(12), 153399. <https://doi.org/10.4108/eai.8-12-2017.153399>
- DGE. (n.d.). ClicMat. Retrieved from <http://www.dge.mec.pt/clicmat-atividades-interativas-de-matematica>
- Dörner, R., Göbel, S., Effelsberg, W., Wiemeyer, J. (2016). *Serious Games* (Vol. 9894). Switzerland: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45841-0>
- Fatima, R. (2012). Role of Mathematics in the Development of Society. In *National Meet on Celebration of National Year of Mathematics*. Retrieved from https://scholar.google.co.za/scholar?cluster=166314901580929565&hl=en&as_sdt=0,5&sciodt=0,5#d=gs_cit&p=&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3AHdqVIYXeTgIJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D0%26scfhh%3D1%26hl%3Den

- Games, E. (n.d.). Unreal Frequently Asked Questions - Retrieved from <https://www.unrealengine.com/en-US/faq>
- Google-Playstore. Math Games. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.miniklerogreniyor.quiz.kids.math>
- Google-Playstore. Math Land. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.EducaGames.MathLandFull&hl=en>
- Gros, B. (2003). The impact of digital games in education. *First Monday*.
- Juul, J. (2002). The game, the player, the world: Looking for a heart of gameness. *Proceedings at the Level Up: Digital Games Research Conference*, 30–45. <https://doi.org/10.3200/JOEE.39.2.47-58>
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *Internet and Higher Education*. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Mangowal, R. G., Yuhana, U. L., Yuniarno, E. M., & Purnomo, M. H. (2017). MathBarata: A serious game for motivating disabled students to study mathematics. In *5th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)*. Perth, WA, Australia: IEEE.
- Melax, S. (1998). A Simple, Fast and Effective Polygon Reduction Algorithm. *Game Developer Magazine*, (November), 44–49.
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. *Education*. <https://doi.org/10.1021/la104669k>
- Petridis, P., Dunwell, I., De Freitas, S., & Panzoli, D. (2010). An engine selection methodology for high fidelity serious games. In *2nd International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-GAMES 2010*. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2010.26>
- Petridis, P., Dunwell, I., Panzoli, D., Arnab, S., Protosaltis, A., Hendrix, M., & de Freitas, S. (2012). Game Engines Selection Framework for High-Fidelity Serious Applications. *International Journal of Interactive Worlds*. <https://doi.org/10.5171/2012.418638>
- Rego, P., Moreira, P. M., & Reis, L. P. (2010). Serious Games for Rehabilitation A Survey and a Classification Towards a Taxonomy. *5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*. <https://doi.org/978-1-4244-7227-7>
- Rizzo, G. (1988). *O Método Natural de Alfabetização. Alfabetização Natural*. Rio de Janeiro: Alves, Francisco.
- RVappStudios. Math Kids. Retrieved from <http://www.rvappstudios.com/math-kids-47.html>

- Steam. Madu Maths. Retrieved from
https://store.steampowered.com/app/689400/Madu_Maths/
- Steam. Mathoria: It all adds up. Retrieved from
https://store.steampowered.com/app/434480/Mathoria_It_All_Adds_Up/
- Terlutter, R., & Capella, M. L. (2013). The gamification of advertising: Analysis and research directions of in-game advertising, advergames, and advertising in social network games. *Journal of Advertising*.
<https://doi.org/10.1080/00913367.2013.774610>
- Unity. Unity Frequently asked Questions. Retrieved from
<https://unity3d.com/pt>
- UnrealEngine. What is UnrealEngine. Retrieved from
<https://www.unrealengine.com/en-US/what-is-unreal-engine-4>
- Valkenburg, P., & Piotrowski, J. (2017). How Media Attract and Affect Youth. *New Haven London: Yale University Press*.
- Whitton, N. (2010). *Learning with digital games. A practical guide to engaging students in higher* <https://doi.org/10.1080/17439884.2012.680066>

Anexos

Opinião das terapeutas do Centro Diferenças

A aplicação “Ilha dos números” surge no âmbito da necessidade de estimular as competências matemáticas nos alunos desde o pré-escolar.

A matemática é uma das áreas da aprendizagem que está presente no dia a dia (compras, medidas, economia ...), no entanto, implica conhecimentos complexos que exigem treino desde idades precoces, tendo em vista a promoção das competências de cálculo e a prevenção de dificuldades de aprendizagem no futuro.

Há cada vez maior interesse na estimulação precoce das competências matemáticas, mas ainda existem poucas aplicações que vão de encontro às áreas mais sensíveis do desenvolvimento e que são consideradas prioritárias.

Na “Ilha dos Números” foram criadas atividades que procuram promover competências matemáticas básicas, nomeadamente os factos numéricos (cálculo mental), sentido do número (compreensão do valor do número) e linguagem matemática.

O grupo alvo são crianças entre os 4 e os 10 anos com ou sem perturbações do desenvolvimento.

Como aspetos positivos destacamos o facto de as crianças ficarem entusiasmadas com a interação e desafio que o jogo propicia; a possibilidade de

poderem treinar conceitos matemáticos de forma lúdica; a dedicação e empenho do aluno José Mendes. Como aspetos menos positivos o facto da aplicação não ser compatível com o sistema IOS; ter havido pouco tempo de experimentação pois coincidiu a disponibilidade da aplicação com o final das aulas e consequentemente termos muitas crianças de férias.

Orientadores Diferenças - Ana Cristina Nascimento

Sofia Brás Monteiro

Ana Cristina Nascimento

Questionário realizado durante a experiência no Club Math da Faculdade de Ciências e Tecnologias – Universidade Nova de Lisboa

Ilha dos Números

- Que idade tens?

- Em quanto avalias este jogo de 0-10? (0 = muito mau; 10 = excelente)

- Qual a dificuldade do jogo?
 - Fácil
 - Adequado
 - Difícil
 - Muito difícil
- Em quanto avalias o nível do castelo? (formato 3D): (0 = muito mau; 10 = excelente)
Nível do Castelo - _____ -
- De 0-10 o quão divertido achaste o jogo? (0 = muito aborrecido; 10 = muito divertido)

- Consegues fazer a conta “37+20” de cabeça? Se sim quanto é?

- Voltarias a jogar este jogo ou aconselharias alguém a jogá-lo?

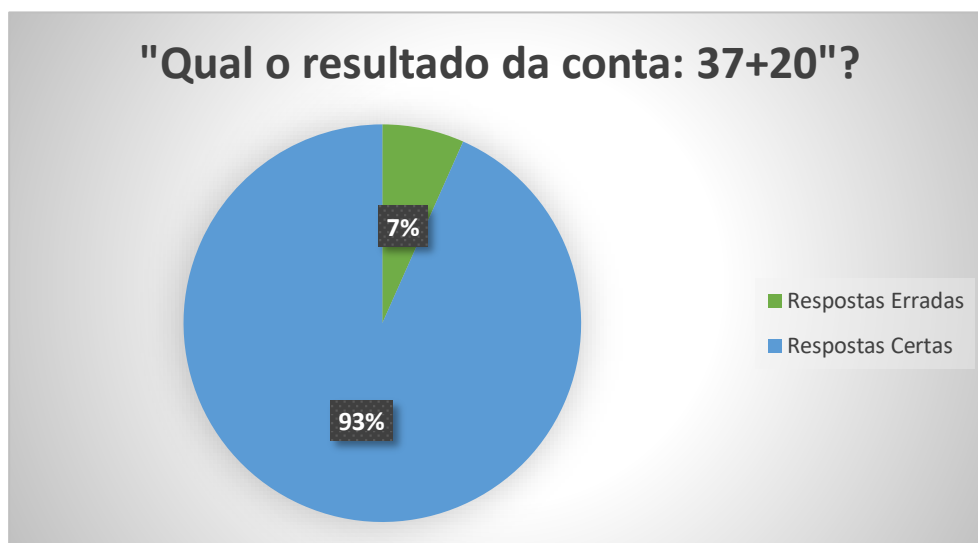
- Tens alguma sugestão que gostasses de ver implementada?

Muito obrigado pela tua participação, esperamos que te tenhas divertido!

Respostas á pergunta "Em quanto avalias o nível do castelo de 0-10"



Avaliação do "Nível do Castelo" nos inquéritos



Respostas a uma das perguntas do inquérito

Análise detalhada dos motores de jogo

Tabela - Análise dos motores de jogo (Cardoso & Espada, 2017) com base em (Petridis et al., 2010).

		Metrics	Quest3D	Blender	Unreal	Unity
Audiovisual Fidelity	Rendering	Texturing	Basic Multitexturing Bump mapping	Basic Multitexturing Bump mapping	Basic Multitexturing Bump mapping Procedural	Basic Bump mapping Procedural
		Lightning	Per-vertex Per-pixel Lightmapping Gloss map	Per-vertex Per-pixel	Per-vertex Per-pixel Lightmapping Gloss/Specular map	Per-vertex Per-pixel
		Shadows	Shadow Mapping Projected planar Shadow volume	Shadow Mapping	Shadow Mapping Projected planar Shadow volume	Projected planar
		Special Effects	Environmental mapping Particle systems Bill boarding Lens flares	Environmental mapping Particle systems Bill boarding Lens flares	Environmental mapping Particle systems Bill boarding Lens flares	Environmental mapping Particle systems Bill boarding Lens flares

		Metrics	Quest3D	Blender	Unreal	Unity
...	Animation		Forward kinematics Keyframe animation Skeletal animation Morphing Anima- tion blending	Non-linear animation mixer with automated walkcycles along paths	Forward kinematics Keyframe animation Skeletal animation Morphing Anima- tion blending	Forward kinematics Keyframe animation Skeletal animation Morphing Anima- tion blending
	Sound		2D sound 3D sound Streaming sound	2D sound 3D sound	2D sound 3D sound Streaming sound	2D sound 3D sound Streaming sound
Functional Fidelity	Scripting	<i>Script</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
		<i>Object model</i>	Yes	No	No	No
	Supported AI Techniques	<i>Collision Detection</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
		<i>Path Finding</i>	Yes	No	Yes	Yes
		<i>Decision Making</i>	Yes	No	Yes	Yes
	Physics	<i>Basic Physics</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
		<i>Rigid Body</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Vehicle dynamics</i>		Yes	Yes	Yes	Yes	
Composability	Import/Export Content	<i>CAD Platforms supported</i>	3ds max maya	Build-in CAD	3ds max maya	3ds max maya
		<i>Import Export Limitation</i>	No	No	Yes	No
		<i>Content Availability</i>	Small	Large	Large	Medium
	Developer Tool-kits	<i>SDK/GDK</i>	Yes	Yes	Yes	No
Accessibility	Learning Curve		Steep learning Curve	Medium	Medium	Medium
	Docs and Su- pport	<i>Docs Quality</i>	Docs and tutorial	Docs and tutorial	Docs and tutorial	Docs and tutorial
		<i>Technical Support</i>	Yes	No	Yes	Yes
		<i>Community Support</i>	Yes	Yes	Yes	Yes
	Licensing		Creative Power and VR Editions	Open Source	Commercial Licence	Indie and Pro Version

		Metrics	Quest3D	Blender	Unreal	Unity
∴	Cost		Cost is between 1249, 2499 and 9999 euros	Free	Free for educational purposes	149 and 1099 Euros respectively
Networking	Client-Server		Yes	Yes	Yes	Yes
	Peer-to-Peer		Yes	No	No	No
Heterogeneity	Multiplatform		No (PC Version only)	No (PC Version Only)	Yes	Yes

Resultados finais de cada jogador

Nome: leya ID: 10, nivel:17 - O jogador leya com o id 10, teve 10 pontos no questionário número 17.
Nome: leya ID: 10, nivel:15 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 15.
Nome: leya ID: 10, nivel:13 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 13.
Nome: leya ID: 10, nivel:11 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 11.
Nome: leya ID: 10, nivel:9 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 9.
Nome: leya ID: 10, nivel:7 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 7.
Nome: leya ID: 10, nivel:5 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 5.
Nome: leya ID: 10, nivel:3 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 3.
Nome: leya ID: 10, nivel:2 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 2.
Nome: leya ID: 10, nivel:1 - O jogador leya com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.
Nome: andré ID: 10, nivel:4 - O jogador andré com o id 10, teve 2 pontos no questionário número 4.
Nome: andré ID: 10, nivel:3 - O jogador andré com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 3.
Nome: andré ID: 10, nivel:2 - O jogador andré com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 2.
Nome: andré ID: 10, nivel:1 - O jogador andré com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 1.
Nome: Maria ID: 10, nivel:4 - O jogador Maria com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 4.
Nome: Maria ID: 10, nivel:3 - O jogador Maria com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 3.
Nome: Maria ID: 10, nivel:1 - O jogador Maria com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 1.
Nome: Manuel ID: 10, nivel:1 - O jogador Manuel com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.
Nome: Manuel ID: 10, nivel:3 - O jogador Manuel com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 3.
Nome: Filipa ID: 10, nivel:3 - O jogador Filipa com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 3.
Nome: Filipa ID: 10, nivel:1 - O jogador Filipa com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.
Nome: InêsRE ID: 10, nivel:2 - O jogador InêsRE com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 2.

Nome: Leonor ID: 10, nivel:16 - O jogador Leonor com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 16.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:13 - O jogador Leonor com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 13.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:12 - O jogador Leonor com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 12.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:10 - O jogador Leonor com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 10.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:9 - O jogador Leonor com o id 10, teve 1 pontos no questionário número 9.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:7 - O jogador Leonor com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 7.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:5 - O jogador Leonor com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 5.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:4 - O jogador Leonor com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 4.
Nome: Leonor ID: 10, nivel:1 - O jogador Leonor com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 1.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:6 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 2 pontos no questionário número 6.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:5 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 2 pontos no questionário número 5.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:4 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 3 pontos no questionário número 4.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:3 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 3.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:2 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 5 pontos no questionário número 2.
Nome: Katarinah ID: 10, nivel:1 - O jogador Katarinah com o id 10, teve 4 pontos no questionário número 1.

Documentação da cadeira TJD (Tecnologias de jogos digitais)

Lead Game Designer's Team Worksheet

Teamwork Guideline

What do you have to do?

In charge of arranging the workload produced by the team.

Keep on time the deliverable tasks

Represent the team

Handle interaction between the team members

Assumes final decisions

Make sure you keep the game simple

Before starting the individual work discuss the following subjects:

(20 minutes)

1. **The player.**

What is the role of the player, who is he trying to be? Does the player have an avatar? (if it has, describe it, as well as any other character that appears)

2. **The World & Setting.**

Where does the game takes place, how does it look like? Which is the interaction Model (omnipresent, avatar)? Which is the Perspective? Define the arte and musical style. Which are the boundaries and dimension?

3. **Challenges & Actions.**

Which are the problems the player will face? Which are the moves the player will take to overcome the problems? This will define the rules of the game

4. **Internal Economy**

Define the resources that the player will use if they exist

5. **Victory or Lose Condition**

Describe if it make sense that you can win or lose the game. When does the game end?

6. **Gameplay**

Describe the primary gameplay mode. Define the killer features of the game

7. **Game Concept**

Describe in a few lines what is the game about. It should transmit the main game idea, define the game genre, and how you play it.

Example: "*Annie the Ant*" is a 3rd person shooter, where you control an amnesic ant that will have to fight against giant predators and organize her combat team to succeed their missions in the underworld

Individual work

(40 minutes)

Presentation

(15 minutes)

Lead Designer's Section

Game Concept:

Write down the game concept, maximum 5 lines

Thematic Isles with different tasks/objectives, starting with an easy difficulty that gets harder accordingly to the progress of the player. There will also be a more didactic component of the game with quizzes so the players can be evaluated.

Story & Narrative

Backstory (if necessary)

Describe what happens before the game starts

Description of an adventure through the "Math World" to motivate the younger players.

Beginning stage of the game

First isle, with different buildings to explore where the player can enjoy design. An isle focused on Nature with boats, trees, animals, etc.

Middle stage of the game

A more medieval style, where the player has to explore a castle.

Ending stage of the game

Thematic Isle with parkour challenges where the player can review the
the concepts he has learned.

Epilogue stage of the game

A tour by car through the isle where the player can review everything
he has explored.

Player Description

Gameplay Killer Features

Running, idle and jumping animations.

Collectable superpowers.

Special animations for the parkour challenge.

Friendly and young character so the younger players can relat

Game Designer Worksheet

Main Objective:

Describe the Gameplay Modes

A. Primary Gameplay Mode.

Place where the player will spend most of the time

1. Setting

Multiple 3D isles were the player can explore and complete
some tasks related to Math.

2. Perspective (eg. 1st person, 3rd person)

3rd person

3. Interaction Model (eg. Avatar, omnipresent)

Avatar

4. Challenges

1st Isle – Gather numbers by numerical order

2nd Isle – Thematic Parkour maps with questions.

Quizzes – Quizzes of 5-10 questions to evaluate the progress of the

Minigames – Cars, sports, etc.

5. Actions

Move, jump, interact with objects

6. Mechanics

Colliders that force the players to complete the objectives

Different Interfaces for each theme (ex: arrows for the isles

and a steering wheel for the car minigame.

Wise use of the collectable superpowers.

B. Internal Economy

- 1 Define the main resources of the game, if there are any (points, health, money, time, ...)

Completing the didactic quizzes will award coins to the player that he
can use to customize the appearance of the main character and the
different assets displayed during the whole game.

Complete the following list with the elements of the internal economy

Resource	How it is produced	How it is consumed
Coins	Completing didactic quizzes	In-game shop

2. How would you balance the resources to change the difficulty

Best scores would award more coins.

Harder levels – better rewards.

3. Describe how is the positive feedback controlled, if there is any.

Every time the player answers a question correctly or completes a challenge there will be positive feedback through audio or visual effects.

C. GameLevel

Describe a level that represents in the best way your game.

1. Work with the level designer so he/she can complete the level worksheet

- . **Analyze the level layout**
- . **Describe the starting condition of the level**
- . **Does the game has a single victory or loss condition ?**

Describe the victory or loss condition, if there is one

The player will need to answer the questions with a score higher than 50%.

Describe the main challenges and actions

Completing thematic objectives per isle like gathering numbers, colleting specific items, completing parkour courses

Art Director Worksheet

Main Objective:

- Define the art concept of the game
- Define the style of the world and key elements of the game
- Describe in detail the main character of the game

1. Define the presentational style of the game.

(cartoon, loonyToon, pencil drawing, photorealistic, manga...)

Mainly cartoon

2. Define the aesthetic style of the game world.

(1950's science fiction, Medieval, Greek, Egyptian...)

Mixture of fantasy with medieval

3. Define the lighting effect that can influence the gameplay, if there are any

(fog, candle, moonlight, fire, lamps, mirrors...)

Sunlight, fog and lamps

4. Define the color palette that will be used

(dark+blue= night, red+black=hell, bright primary colors=children...)

1 different color palette per level.

5. Describe how people/creatures look like, if there are any. Describe their role through their appearance

(young, sexy, ugly, friendly, nervous, evil, clumpy...)

Young and friendly – Main character that explores the world.

6. Describe how the user interface elements support the style of the game

(buttons, clocks, lights, pointers, type fonts, sliders...)

Easy, interactive and intuitive buttons to use in the menus

Friendly user interface suitable for all ages. Suitable for PC and android.

7. Draw the box of the game as it will look like in a shop



Level Designer Worksheet

Main Objective:

- Fluid communication with the Game Designer and User Interface Designer
- Create different scenarios that can challenge the player in different ways

LEVEL DEFINITION

1. Level Name The Sound Castle

2. Level Description

(In one phrase describe the level. Ex: an industrial factory)

Fantasy style castle with different buildings inside.

3. Victory condition, if any

Answering all the questions correctly.

4. Loss Condition, if any

If the answer is wrong, the player has to repeat the question.

5. Starting conditions

None

6. Key elements that makes this level different from others

The design and music.

Interactable and customizable objects.

1. Level description

(describe and position the different elements and NPC that makes part of the game)

There will be different rooms like a house (kitchen, bedroom bathroom, etc) that the

player can explorer. There will also be guards npc's, and medieval constructions.

User Interface Designer Worksheet

Main Objective:

- Define the main actions the player has to do and map the to the main input control the game will use (Joystick, mouse, keyboard,...)
- Determine the lay out of the screen of the primary gameplay mode

A. Input Control

Complete the section that best match your game control
(keyboard, mouse, gamepad, other)

1. Mouse

Define what moving around the mouse does.

Mouse will only be used in the Menu and during quizzes in PC version.

Define what does the Left Button do.

Left Click will be used to select the option the players wants.

Define what does the Right Button do.

Right click won't be used.

2. Gamepad

Define what does the directional pad do most of the time

Controls the main character in the 3D levels.

Describe function of other buttons if necessary. # of additional buttons: _____

Function Button 1: Jump button (space for PC version, UI button for android version)

Function Button 2: Super power button (to activate the super powers)

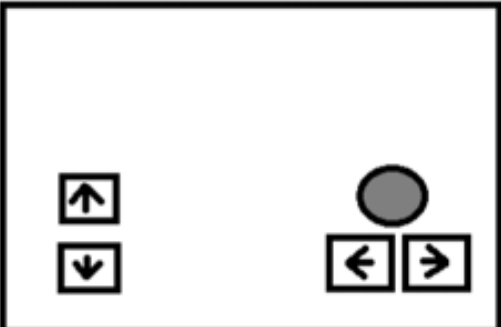
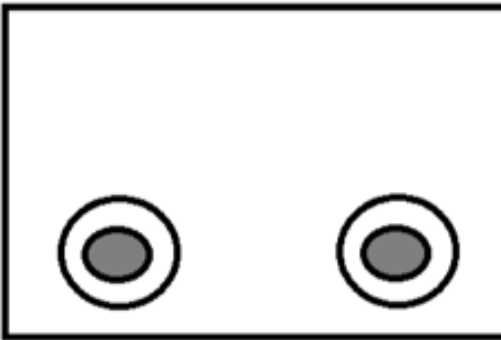
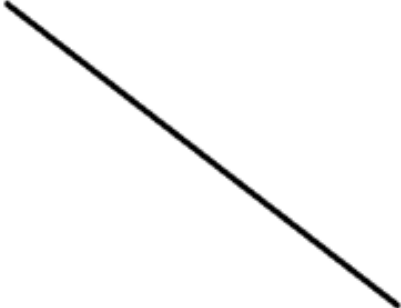
Function Button 3: Steering wheel or other – For the minigames.

3. Keyboard

WASD keys to control the player in the 3D levels (PC version).

4. Other

B. Screen Layout:

<p>1.</p> 	<p>Comments</p> <p>4 buttons to simulate the WASD functions in the android version. The gray circular button represents the jump button.</p>
<p>2.</p> 	<p>Comments</p> <p>2 joysticks / steering wheels for the car minimages.</p>
<p>3.</p> 	<p>Comments</p> 