



## Um Jogo Sério para Aprendizagem de Lógica e Programação

**TIAGO FERNANDO FERRAZ AFONSO**

Julho de 2018

# **Um Jogo Sério para Aprendizagem de Lógica e Programação**

## **Logos: O Caçador de Dragões**

**Tiago Fernando Ferraz Afonso**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Informática, Área de Especialização em  
Sistemas Gráficos e Multimédia**

**Orientador: Prof. Doutor Carlos Vaz de Carvalho**

**Júri:**

Presidente:

[Nome do Presidente, Categoria, Escola]

Vogais:

[Nome do Vogal1, Categoria, Escola]

[Nome do Vogal2, Categoria, Escola] (até 4 vogais)

Porto, julho de 2018



# Resumo

A sociedade está em constante evolução, de braço dado com a tecnologia. Já se encontra num patamar onde praticamente toda a gente possui um dispositivo multimédia, incluindo os mais novos. No entanto, embora existam bastantes iniciativas de apoio à utilização destes dispositivos multimédia, faltam as de ensino do que está por detrás do ecrã, ou seja, a linguagem computacional, a programação das aplicações, a algoritmia e o raciocínio lógico. Competências estas que são vistas como fundamentais para o futuro.

Atualmente, os jogos representam uma boa parte dos conteúdos multimédia disponíveis nestes equipamentos sejam eles *smartphones*, *tablets* ou computadores. E são usados generalizadamente por todos os públicos. Uma vertente particular, os jogos sérios, têm como principal objetivo transmitir conteúdo educacional ou de formação. Estes jogos podem ser utilizados em diversas áreas, como por exemplo: educação, saúde, engenharia, etc. Parecem ser assim a solução ideal para colmatar o problema referido anteriormente.

Com este estudo pretendeu-se estudar esta questão, desenhar, criar e validar uma solução que cativasse e ajudasse as gerações mais novas nesta problemática de falta de estimulação lógica. Para isso, foram analisadas várias aplicações e jogos que têm a mesma finalidade e foi feito também um estudo do público-alvo, das suas características e da melhor forma de os cativar. Foi também elaborada uma análise de valor, para perceber qual a melhor forma de trazer valor a este público. Por fim, foi desenvolvido um jogo sério, para crianças dos 11 aos 13 anos, consistindo em diversos puzzles de dois tipos: do estilo sokoban, com a manipulação de objetos para resolver problemas, e de manipulação espacial, onde todos os elementos dos puzzles são móveis. O jogo foi testado com um grupo de professores com experiência na utilização de dispositivos móveis no ensino e, a partir dos seus comentários, conseguiu-se perceber as forças e fraquezas do jogo, bem como algumas sugestões de como o melhorar.

No final do trabalho foi possível concluir que a solução cumpriu com o seu propósito e revelou-se assim uma boa ferramenta de estimulação cognitiva para as crianças. Esta solução vem também ajudar a sustentar a hipótese de que os jogos sérios são uma boa ferramenta de ensino.

**Palavras-chave:** Jogos Sérios, Raciocínio Lógico, Puzzles



# Abstract

Today's society is in constant growth, hand in hand with technology. It already is at a level where practically everyone has a multimedia device. However, although there are some initiatives explaining how to use these multimedia devices, there is shortage of training about what is behind the screen, how do they work, in computational language and programming. Along with this deficit is also the lack of cognitive stimulation, logical method of thinking.

Nowadays, games represent the major part of all multimedia content and can be found in all multimedia devices, whether in smartphones, tablets or computers. These games are played by everyone. One new field of games emerged, serious games, which are games where the main goal is to transmit some educational content or training. These games can be used in many fields, for instance: education, health, engineering, etc. Games seem as a very good tool to solve the aforementioned problem.

The aim of this research was then to study this problem, to design, create and validate a solution that would engage and help younger generations on this problem of lack in logic stimulation. To do that, some applications with the same goal were analyzed and a research about the target audience, their characteristics and the best approach to motivate them, was also made. A value analysis was elaborated, aiming to understand the best way to bring value to the audience. At last, a serious game for children ranging from 11 to 13 years old was developed. This game consisted in different puzzles which can be divided in two types: one is sokoban style, with the manipulation of objects to solve a problem, and other is with spatial manipulation, where all elements of the puzzles are moveable. This solution was tested with a group of teachers familiarized with the use of these devices in education. Through their comments, the weaknesses and strengths of this game were figured out, as well as some suggestions in how to make it better.

With this study it was possible to conclude that the solution serves well its purpose and revealed itself as one good tool of cognitive stimulation to kids. This solution helps to sustain the hypothesis that serious games are an effective tool to use in education.

**Keywords:** Serious Games, Logical thinking, Puzzles



# Agradecimentos

Ao GILT e ao meu orientador de tese, o Doutor Carlos Vaz de Carvalho, por me ajudarem a tornar esta ideia numa tese. Agradeço também pela paciência, dedicação e apoio prestado durante todo o projeto. Deixo também um agradecimento à Doutora Adelina Moura, que deu uma ajuda preciosa no contacto com os professores.

Aos meus colegas do GILT, Diogo e Emanuel, pelo apoio.

Aos meus amigos Pedro, Ricardo, Quitó, Zé e Pedro Lopes, que diretamente ou indiretamente me ajudaram neste percurso.

Por fim, deixo um agradecimento muito especial aos meus pais, minha irmã e à minha namorada, por sempre acreditarem em mim, por toda a ajuda, paciência e apoio.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Problema.....	1
1.2	Objetivos e contributos esperados .....	1
1.3	Motivação.....	2
1.4	Estrutura da dissertação .....	3
<b>2</b>	<b>Contexto .....</b>	<b>5</b>
2.1	Jogos e Jogos Sérios .....	5
2.1.1	Machinarium.....	8
2.1.2	Limbo.....	8
2.1.3	Mekorama.....	9
2.1.4	Unblock Me .....	9
2.1.5	Can You Escape .....	11
2.1.6	Flow Free .....	11
2.1.7	Spotlight: Room Escape .....	12
2.1.8	Adventure Tom .....	13
2.1.9	Humble Jungle Puzzle .....	14
2.1.10	Need A Hero.....	15
2.1.11	A Good Snowman Is Hard To Build .....	15
2.1.12	1Line.....	16
2.1.13	Plataformas .....	16
2.1.14	Sumário de Funcionalidades.....	21
2.2	Análise de valor.....	23
2.2.1	Proposta de valor.....	24
2.2.2	Modelo de Negócio (CANVAS) .....	24
<b>3</b>	<b>Logos: O caçador de dragões.....</b>	<b>27</b>
3.1	Conceção.....	27
3.1.1	Público-alvo .....	27
3.1.2	Puzzles .....	28
3.1.3	Narrativa.....	28
3.1.4	Relação da Narrativa com os Puzzles .....	28
3.2	Desenho .....	29
3.2.1	Game Flowchart .....	29
3.2.2	Storyboard.....	30
3.2.3	Níveis e dificuldade .....	34
3.2.4	GUI .....	36
3.2.5	Arte .....	37
3.3	Desenvolvimento .....	39
3.3.1	Tecnologias utilizadas .....	39
3.3.2	Diagrama de classes .....	40
3.3.3	Jogador.....	44

3.3.4	Som .....	47
3.3.5	Testes .....	47
<b>4</b>	<b>Avaliação e Experimentação .....</b>	<b>49</b>
4.1	Hipótese.....	49
4.2	Metodologia de avaliação .....	50
4.3	Análise de Resultados.....	50
4.3.1	Técnica.....	53
4.3.2	Usabilidade e jogabilidade .....	55
4.3.3	Desenvolvimento Cognitivo.....	57
4.3.4	Feedback.....	60
<b>5</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>67</b>
6.1	Processo de negócio e inovação .....	67
6.2	Valor para o cliente .....	69
6.3	Analytic Hierarchy Process (AHP).....	70
6.3.1	Fase 1 (Construção da árvore hierárquica de decisão) .....	71
6.3.2	Fase 2 (Comparação das alternativas e critérios) .....	72
6.3.3	Fase 3 (Prioridade relativa de cada critério).....	74
6.3.4	Fase 4 (Avaliar a consistência das prioridades relativas) .....	75
6.3.5	Fase 5 (Construção da matriz de comparação para cada critério, considerando cada uma das alternativas).....	75
6.3.6	Fase 6 (Obter a prioridade composta para as alternativas) .....	78
6.3.7	Fase 7 (Escolha da alternativa) .....	78
6.4	Diagrama de classes.....	78
6.5	QEF.....	79
6.6	Questionários.....	90
6.6.1	Parte Técnica .....	91
6.6.2	Usabilidade e jogabilidade .....	92
6.6.3	Desenvolvimento Cognitivo.....	95

# Lista de Figuras

Figura 1- Pirâmide de necessidades de Maslow (Manatt, 2014).....	6
Figura 2- Taxinomia dos jogos sérios (Tabela) .....	7
Figura 3- Screenshot do jogo Limbo.....	9
Figura 4- <i>Puzzle</i> do jogo <i>Unblock Me</i> .....	10
Figura 5- <i>Puzzle</i> do jogo <i>Flow free</i> .....	11
Figura 6- Estado inicial e final do nível 5 de <i>Adventure Tom</i> .....	13
Figura 7- Demonstração de movimento errado em <i>Humble Jungle Puzzle</i> .....	14
Figura 8- Demonstração de movimento correto em <i>Humble Jungle Puzzle</i> .....	15
Figura 9- Interface do <i>Scratch</i> .....	17
Figura 10- Interface do jogo <i>Code Monsters</i> .....	18
Figura 11- Interface do IDE da <i>Tynker</i> .....	19
Figura 12- Interface do jogo <i>CodeCombat</i> .....	20
Figura 13- Níveis base do <i>CodeCombat</i> .....	21
Figura 14-Exemplo de <i>puzzle</i> .....	29
Figura 15-Game Flowchart.....	30
Figura 16 - Storyboard (Ecrã 1) .....	31
Figura 17 - Storyboard (Ecrã 2) .....	32
Figura 18 - Storyboard (Ecrã 3) .....	33
Figura 19 - Storyboard (Ecrã 4) .....	34
Figura 20 – Screenshot do mapa do jogo e de um nível de gelo .....	35
Figura 21- <i>Screenshot</i> de um nível do <i>dungeon</i> de areia .....	35
Figura 22- <i>Screenshot</i> do primeiro e do último nível do primeiro <i>dungeon</i> .....	36
Figura 23- Mapa de jogo com apenas a primeira <i>masmorra</i> desbloqueada e mapa com até a terceira <i>masmorra</i> desbloqueada.....	37
Figura 24-Logo.....	37
Figura 25- Modelo do jogador e das suas ações de movimento .....	38
Figura 26- Menu Inicial.....	38
Figura 27- Diagrama de classes (Parte 1) .....	40
Figura 28- Diagrama de classes (Parte 2) .....	41
Figura 29- Diagrama de classes (Parte 3) .....	42
Figura 30-Diagrama de classes (Parte 4) .....	42
Figura 31 – Diagrama de classes (Parte 5) .....	43
Figura 32-Diagrama de pacotes .....	43
Figura 33- <i>Sprite sheet</i> do personagem principal .....	44
Figura 34- <i>Animator Controller</i> do Jogador.....	45
Figura 35- Diagrama da organização dos <i>scripts</i> jogador .....	46
Figura 36- <i>Screenshot</i> explicativo do movimento do personagem.....	46
Figura 37 – Métrica de avaliação (Parte 1) .....	48
Figura 38 – Métrica de avaliação (Parte 2) .....	48
Figura 39- Processo de inovação de um produto (Belliveau, et al., 2002) .....	67

Figura 40- Modelo NCD (Koen, et al., 2014).....	68
Figura 41- Diagrama de alternativas (AHP) .....	72
Figura 42- Diagrama de comparação de prioridades relativas de cada critério e alternativa ...	78
Figura 43 - Diagrama de classes (Completo) .....	79
Figura 44 – Questões da parte técnica.....	91
Figura 45 - Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 1) .....	92
Figura 46 - Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 2) .....	93
Figura 47- Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 3) .....	94
Figura 48 - Questões da parte de desenvolvimento cognitivo (parte 1).....	95
Figura 49 - Questões da parte de desenvolvimento cognitivo (parte 2).....	96

# Lista de Tabelas

Tabela 1- Tabela comparativa de funcionalidades das aplicações estudadas .....	21
Tabela 2- Modelo Canvas.....	25
Tabela 3- Hipótese a testar .....	49
Tabela 4 - Respostas sobre parte técnica .....	51
Tabela 5 - Respostas sobre Usabilidade e Jogabilidade.....	52
Tabela 6 - Respostas sobre parte dedicada ao desenvolvimento cognitivo .....	53
Tabela 7- Perspetiva longitudinal de valor.....	70
Tabela 8- Escala Fundamental (Níveis de importância de comparação) .....	72
Tabela 9- Matriz de comparação de critérios (AHP) .....	73
Tabela 10 - Soma de cada coluna da matriz de comparações .....	74
Tabela 11 - Matriz de comparação normalizada.....	74
Tabela 12- Prioridade Relativa de cada critério (Vetor próprio) .....	74
Tabela 13 - Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n (Nicola, 2017).....	75
Tabela 14- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de motivação .....	76
Tabela 15- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de motivação normalizada e vetor próprio .....	76
Tabela 16- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de inovação.....	76
Tabela 17- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de inovação normalizada e vetor próprio .....	77
Tabela 18- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de eficácia .....	77
Tabela 19- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de eficácia normalizada e vetor próprio .....	77
Tabela 20 - Quantitative Evaluation Framework (QEF).....	79
Tabela 21 - QEF - Métrica de avaliação - Cognitiva.....	82
Tabela 22 - QEF - Métrica de avaliação - Ergonómica.....	84
Tabela 23 - QEF - Métrica de avaliação - Técnica.....	88



# Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Gráfico de barras para avaliação da parte técnica do jogo (Parte 1) .....	54
Gráfico 2 – Gráfico de barras para avaliação da parte técnica do jogo (Parte 2) .....	54
Gráfico 3 - Gráfico de barras para a avaliação da jogabilidade .....	55
Gráfico 4 - Gráfico de barras para avaliar áudio e gráficos.....	56
Gráfico 5 - Gráfico de barras para avaliação da interface e dos seus componentes.....	57
Gráfico 6 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo.....	58
Gráfico 7 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo (parte 2).....	59
Gráfico 8 - Gráfico de barras para avaliação sobre contexto de aprendizagem.....	59
Gráfico 9 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo (parte 3).....	60
Gráfico 10 - Gráfico de barras sobre o feedback .....	61



# Acrónimos

<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
<b>GILT</b>	<i>Games Interaction and Learning Technologies</i>
<b>GUI</b>	<i>Graphical User Interface</i>
<b>PC</b>	<i>Personal Computer</i>
<b>QEF</b>	<i>Quantitative Evaluation Framework</i>



# 1 Introdução

## 1.1 Problema

Os atuais avanços da tecnologia já possibilitam que grande parte das crianças na sua tenra idade tenham acesso a um tablet ou a um smartphone, e que o dominem quase que por completo. Esta é uma realidade que se pode observar facilmente. Infelizmente, existem falhas que ficaram por colmatar nestes anos de grande avanço tecnológico, nomeadamente, a falta de estimulação do pensamento lógico, do ensino da algoritmia e da programação. Pode-se dizer que é como se tivesse ensinado as gerações mais novas a ler, mas não a escrever. Segundo Crow (Crow, 2014), o avanço tecnológico é tanto, que num futuro muito próximo o software será o idioma do mundo e quem não o souber terá as mesmas dificuldades que um analfabeto tem atualmente e, por consequência, terá mais dificuldades no mercado de trabalho.

Jogar é um processo que reforça a interação, a exploração e aprendizagem. Um bom jogo motiva o jogador através de desafios cuidadosamente ajustados às suas capacidades e de um feedback imediato, promovendo o desenvolvimento das suas capacidades. A aprendizagem baseada em jogos tem revelado ganhos claros em termos de motivação dos alunos e nos resultados obtidos.

Faz assim sentido pensar que, através dos jogos, é possível criar processos de desenvolvimento cognitivo ao nível da lógica, algoritmia e programação. Existem já bastantes iniciativas a este nível, algumas até com algum sucesso, mas ainda é claro que não há uma solução sustentada e sistematizável. Torna-se assim necessário conduzir mais estudos científicos em torno deste problema.

## 1.2 Objetivos e contributos esperados

Com o presente projeto pretende-se conceber, desenvolver, testar e avaliar um Jogo Sérioso com o objetivo de estimular as capacidades lógicas e algorítmicas de crianças/ pré-adolescentes<sup>1</sup>. Para atingir este objetivo identificou-se as seguintes fases:

---

<sup>1</sup> Neste documento, irá ser utilizado o termo crianças e/ou pré-adolescentes para classificar jovens com 11-12 anos, visto não existir uma designação comumente aceite.

- Estudar aplicações/jogos/abordagens já existentes com objetivos semelhantes de forma a perceber as razões para ainda não existirem soluções sistematizadas;
- A identificação e análise das características dos jogadores. Perceber como cativar a atenção destes jogadores, demonstrar que a aprendizagem e a diversão podem coexistir, de maneira a que a aceitação da aplicação seja facilitada;
- Conceção, desenho, desenvolvimento e avaliação do sistema. Pretende-se conceber a aplicação de acordo com as informações captadas na fase anterior, desenhá-la e desenvolvê-la de acordo com as boas práticas da engenharia e validá-la junto de um grupo de professores com experiência no uso de tecnologias no ensino.

Como contributo, tenciona-se que esta solução se torne em mais um mecanismo de estimulação do raciocínio lógico. Com esta estimulação, desafiar a capacidade de resolução de problemas dos jogadores e eventualmente a desmitificação da sua ideia de linguagem computacional e/ou da programação.

### **1.3 Motivação**

O autor do presente documento é licenciado em Engenharia informática e sempre possuiu um interesse especial pela área da informática e da multimédia, inclusive na área de jogos eletrónicos.

Durante a frequência no mestrado de Sistemas gráficos e multimédia, o seu conhecimento acerca do desenvolvimento de vídeos jogos e da sua possível utilização cresceu, tal como, em igual modo, a sua visão acerca das vantagens da utilização destes jogos na educação.

A evolução tecnológica é cada vez maior e já se apresenta suficientemente avançada para que praticamente qualquer pessoa tenha acesso a um dispositivo multimédia, podendo este ser um telemóvel, um tablet ou mesmo um computador. As crianças não são exceção à regra e também usufruem de um fácil acesso a estes. Na verdade, grande parte das crianças com 11, 12 anos, dominam por completo os dispositivos que possuem. No entanto, não sabem como estes funcionam, não têm qualquer conhecimento da linguagem computacional. Isto acontece, pois, embora tenham existido bastantes incentivos no que toca ao interagir com estes dispositivos, ficou por estimular o raciocínio lógico destas crianças.

Devido a todos estes aspetos, o autor pensou que seria uma boa forma de estimular o raciocínio lógico das crianças, utilizando um jogo sério, pois seria a maneira mais eficaz e efetiva de alcançar este público-alvo.

Esta combinação de ideias é altamente motivadora, pois torna-se assim possível aliar os “interesses” do autor com os conhecimentos adquiridos e, por fim, com as atuais necessidades. Dado que, embora já existam algumas iniciativas com o intuito de resolver esta questão, ainda não existe nenhuma que cubra por completo este problema.

## **1.4 Estrutura da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos. Esta secção tem como objetivo descrever a organização do documento, apresentando uma sucinta descrição de cada capítulo de forma a proporcionar ao leitor uma noção do trabalho desenvolvido.

No primeiro capítulo é apresentado o problema, os objetivos e contributos esperados, a motivação para esta projeto e a organização do documento.

No segundo capítulo, Contexto, é exposto o estado da arte onde se encontra a análise do mercado deste projeto e de aplicações similares. É também exposta a análise de valor, capítulo que visa explicitar a proposta de valor deste projeto, como tenciona criar valor para o cliente e o seu modelo de negócio.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação de todo o conteúdo da solução. Aqui será exposta a sua conceção, o seu desenho e, por fim, o seu desenvolvimento.

No quarto capítulo é explicitada a avaliação e experimentação da solução. Será explicada a metodologia seguida, os inquéritos, os seus resultados e a sua análise.

No quinto e último capítulo, serão apresentadas as conclusões deste estudo.



## 2 Contexto

Este capítulo é dedicado ao estado da arte e aqui serão analisados os jogos, as suas vantagens, o seu mercado, entre outros. Serão também analisadas diversas soluções já criadas e utilizadas para combater esta problemática, desde jogos a plataformas.

### 2.1 Jogos e Jogos Sérios

O que é um jogo? “Um jogo é um sistema onde os jogadores entram num conflito artificial, definido por regras, que resultam num resultado quantificável.” (Salen & Zimmerman, 2003) Esta definição resulta de uma tentativa, de criar uma definição mais completa, fundido várias definições pré-existentes de diferentes autores. As principais ideias desta definição são (Salen & Zimmerman, 2003):

- Sistema: Um sistema é um conjunto de partes que se interrelacionam para formar algo mais complexo. (Salen & Zimmerman, 2003). Por exemplo: no futebol, os jogadores, a bola, a baliza, todos estes interagem entre si para formar um conjunto mais complexo.
- Jogadores: Um jogo tem de ter um ou mais participantes. Os jogadores interagem com o sistema para experienciar o jogo.
- Artificial: Os jogos mantêm um limite da “vida-real”, tanto no tempo como em espaço.
- Conflito: Em todos os jogos tem de existir conflito. O conflito pode aparecer em cenários de competição ou cooperação, e pode ser entre o utilizador e o sistema do jogo ou em multijogador social.
- Regras: As regras são uma parte crucial dos jogos. São as regras que delimitam a estrutura onde os jogadores vão imergir, o que eles podem ou não fazer.

- Resultado Quantificável: O jogo tem de ter um resultado/objetivo quantificável. No fim do jogo, o jogador ou ganhou ou perdeu, ou recebeu algum tipo de resultado numérico.

Qual a finalidade dos jogos? Porque é que jogámos cada vez mais? Para discutir este assunto temos de retornar à sua essência, perceber o porquê da sua existência e porque cada vez mais estão presentes no nosso dia-a-dia. A atividade de “brincar” ou “jogar”, do inglês “play” está relacionada com necessidades do ser humano. Abraham Maslow, foi o primeiro a sumarizar estas necessidades numa pirâmide (Figura 1), sendo que o primeiro nível, a base, corresponde as necessidades fisiológicas (por exemplo: comida, água, descanso); o segundo nível corresponde a segurança; o terceiro nível remonta a relações (amizades, relações amorosas); o nível seguinte está diretamente ligado a respeito, neste nível, procura-se respeito e o sentimento de conquista; e por fim, o ultimo nível, “autorrealização”, neste patamar, tenta-se perseguir tudo o que se consegue ser, o ser humano tenta alcançar o seu potencial máximo.

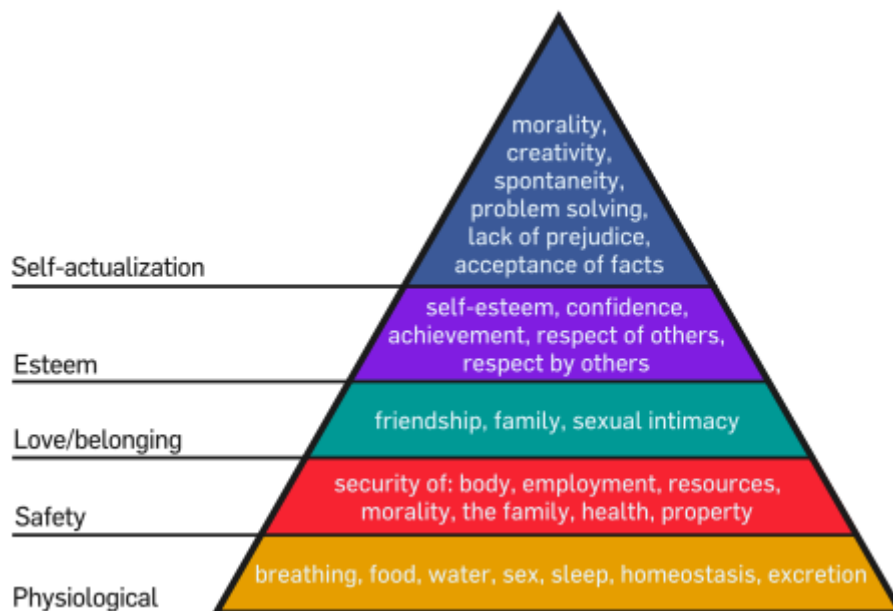


Figura 1- Pirâmide de necessidades de Maslow (Manatt, 2014)

Maslow defendia que enquanto os níveis inferiores não fossem cumpridos, não seria possível progredir para os superiores, por exemplo: alguém que está esfomeado, não consegue pensar em melhorar a sua autoconfiança ou em obter o respeito dos outros. A sociedade está em constante evolução e encontra-se num nível onde as necessidades básicas já se encontram cumpridas para grande parte da população. Isto coloca as pessoas num nível onde já procuram socializar ou obter recompensas psicológicas que as façam sentir realizadas. Os jogos tanto podem ajudar no processo de socialização, como no sentimento de realização ao superá-lo.

O que são jogos sérios? Jogos sérios são uma área de jogos que tem como principal finalidade outra sem ser o entretenimento. Estes podem ser utilizados na educação, saúde, engenharia, política, formação, entre outros. Devido a esta abrangência, existiam muitas críticas acerca da sua coerência, então, na tentativa de melhor esclarecer este tema, Sawyer e Smith desenvolveram a taxinomia dos jogos sérios, categorizando assim os jogos de acordo com a sua função, como podemos consultar na Figura 2 (Sawyer & Peter, 2008).

	Games for Health	Advergames	Games for Training	Games for Education	Games for Science and Research	Production	Games as Work
Government & NGO	Public Health Education & Mass Casualty Response	Political Games	Employee Training	Inform Public	Data Collection / Planning	Strategic & Policy Planning	Public Diplomacy, Opinion Research
Defense	Rehabilitation & Wellness	Recruitment & Propaganda	Soldier/Support Training	School House Education	Wargames / planning	War planning & weapons research	Command & Control
Healthcare	Cybertherapy / Exergaming	Public Health Policy & Social Awareness Campaigns	Training Games for Health Professionals	Games for Patient Education and Disease Management	Visualization & Epidemiology	Biotech manufacturing & design	Public Health Response Planning & Logistics
Marketing & Communications	Advertising Treatment	Advertising, marketing with games, product placement	Product Use	Product Information	Opinion Research	Machinima	Opinion Research
Education	Inform about diseases/risks	Social Issue Games	Train teachers / Train workforce skills	Learning	Computer Science & Recruitment	P2P Learning Constructivism Documentary?	Teaching Distance Learning
Corporate	Employee Health Information & Wellness	Customer Education & Awareness	Employee Training	Continuing Education & Certification	Advertising / visualization	Strategic Planning	Command & Control
Industry	Occupational Safety	Sales & Recruitment	Employee Training	Workforce Education	Process Optimization Simulation	Nano/Bio-tech Design	Command & Control

Figura 2- Taxinomia dos jogos sérios (Tabela)

Os jogos aplicados à educação trazem bastantes vantagens, sendo que as mais importantes para este trabalho são:

- Efeito motivador – o jogo cativa os utilizadores por ser uma fonte de diversão e pelos constantes desafios que vai apresentando. Com o jogador motivado, torna-se mais fácil de lhe passar qualquer tipo de conteúdo.
- Desenvolvimento de habilidades cognitivas – o jogador encontra-se em constante uso das suas habilidades cognitivas, tentando elaborar estratégias para vencer o adversário, ou tentando arranjar uma solução para o “problema” que o jogo apresenta.
- Aprendendo por tentativa erro – um jogo emprega este método de ensino/treino praticamente em todas as ocasiões, devido ao seu feedback praticamente imediato a cada a ação do utilizador e devido ao facto de proporcionar um ambiente livre de riscos, onde o jogador pode arriscar e explorar à sua vontade.

De seguida apresentamos alguns exemplos de jogos dedicados especificamente ao desenvolvimento algorítmico, lógico e de programação.

### 2.1.1 Machinarium

Machinarium é um jogo de aventura, *point-and-click* disponível para PC, Android e iOS, e é classificado para maiores de 7 anos. Foi lançado em 2009 e desenvolvido pelo estúdio independente Checo Amanita Design.

O jogo desenrola-se em trono da personagem principal, o robô Josef, e na sua aventura para salvar a sua namorada robô, Berta, e o chefe da cidade. Para isso, o jogador irá ter de resolver diversos quebra-cabeças lógicos. O jogo estimula o pensamento lógico na medida em que os seus quebra-cabeças não são algo óbvio, mas sim algo lógico que muitas das vezes não condiz com a nossa primeira suposição.

Os gráficos apresentados são em 2D, sendo que as personagens e os cenários possuem um bom nível de detalhe. De realçar que os seus diálogos são bastante minimalistas, sendo que as personagens comunicam através de balões de fala com animações e símbolos simples, evitando assim os diálogos compridos e maçudos comuns em alguns jogos.

Machinarium pode ser comprado no seu site oficial ou na Steam, por 10€, para PC. As versões móveis podem ser compradas na Play Store e App Store por 4.49€ e 5.49€, respetivamente.

### 2.1.2 Limbo

Limbo é um jogo de plataforma com diversos quebra-cabeças para PC, PS4, PSVita, Xbox One, Android e iOS, e encontra-se classificado para maiores de 16 anos. Foi lançado em 2011 e desenvolvido pelo estúdio independente Playdead. Este jogo apresenta um ambiente 2D, monocromático, cheio de perigosas armadilhas onde a personagem principal, um jovem rapaz, procura a sua irmã, tentando sair do limbo em que se encontra. Para isso, tem de resolver variados quebra-cabeças utilizando a informação das suas redondezas aliado ao pensamento lógico. Não existe qualquer outro tipo de interação com o utilizador a não ser o controlo da personagem. Limbo ganhou diversos prémios incluindo o “*Best Visual Art*” do *Game Developers Choice Awards* em 2011 devido ao seu desenho limpo, minimalista, mas ao mesmo tempo completo (Figura 3). Para além desta forte característica, *Limbo* oferece bons *puzzles* que muitas vezes são resolvidos com elementos banais do cenário envolvente, não sendo um jogo onde é óbvio o que se tem de fazer e o que se tem de utilizar para tal. Por exemplo, um dos obstáculos é passar por uma aranha e para tal é necessário utilizar armadilhas terrestres que anteriormente eram obstáculos para o personagem.

O jogo pode ser comprado para PC e consolas, em várias lojas *online* e o seu preço ronda à volta dos 10 €. Para versões móveis, pode ser comprado na *Play Store* e *App Store* por 5.39€ e 4.49€, respetivamente.



Figura 3- Screenshot do jogo Limbo

### 2.1.3 Mekorama

Mekorama é um jogo de puzzles lógicos, que foi lançado em maio de 2016 para dispositivos móveis (Android e iOS), conta com avaliações de 4.7 estrelas na Play Store e 4.5 na App Store e está classificado para maiores de 3 anos.

O jogo consiste em transportar o “B”, um pequeno robot, até um ponto de extração assinalado a vermelho. Para isso, o utilizador terá de utilizar a lógica e diversas mecânicas existentes no jogo. Utilizando um conceito já existente, este jogo tem sucesso devido às suas mecânicas intrigantes e desenho “limpo”, simples. A dificuldade vai aumentando a cada nível sendo que apenas existem 50 níveis de raiz. No entanto, o jogo possui um modo de construção que permite a criação de níveis. Níveis estes que quando finalizados geram uma carta de apresentação com um código QR passível de ser partilhado e digitalizado por outros utilizadores. Atualmente, existem milhares de níveis contruídos e jogados pelos utilizadores. Um dos pontos negativos é a câmara, pois a resposta que dá a funções como ampliação e rotação, por vezes, não é a melhor. (SapoTek, 2016)

O jogo é completamente gratuito para ambas as plataformas e não possui qualquer tipo de anúncios. É possível, se o utilizador assim o quiser, doar qualquer quantia desde 1 a 32€.

### 2.1.4 Unblock Me

Unblock me é um jogo de *puzzles* simples e viciantes, para maiores de 3 anos, que foi lançado em 2009 para Android e iOS.

O objetivo do jogo consiste em desbloquear o bloco vermelho para fora do tabuleiro. Para isso, é possível arrastar todos os blocos sendo que estes têm diferentes tamanhos e posições específicas para permitir a passagem do bloco vermelho (ver Figura 4). Existem várias formas de completar o nível, contudo, só se conquista o nível com a classificação máxima de 3 estrelas, se o fizermos com o menor número de movimentos possível.



Figura 4- Puzzle do jogo *Unblock Me*

O jogo possibilita a opção de retroceder movimentos individuais e/ou retroceder para estado inicial. É possível também utilizar ajudas sendo que estas são limitadas (passíveis de compra). Há medida que os puzzles são resolvidos, a dificuldade vai aumentando sendo que existem 4 tipos de pacotes de puzzles (Iniciante, Intermédio, Avançado e Especialista) e um total de 16.000 puzzles. Unblock me apresenta também 4 diferentes modos de jogo:

- *Relax Mode* – Modo onde o jogador relaxar e desfrutar do jogo sem qualquer tipo de pressão;
- *Challenge mode* – Neste modo já são contabilizadas o número de jogadas e atribuídas as “estrelas” respetivas;
- *Multiplayer mode* – Para jogadores que desejem competir entre si;
- *Daily Puzzle Mode* – Este modo apresenta novos puzzles diariamente. Estes puzzles têm novas condicionantes como pequenos blocos estáticos.

Como ponto negativo, este jogo não apresenta qualquer história e o seu sistema de *ranking* e de conquistas revelam-se incapazes de cativar os jogadores por um prolongado período de tempo.

Unblock me é gratuito, no entanto, encontram-se alguns anúncios pelo jogo. Existe também uma loja dentro jogo onde se pode comprar a desativação dos anúncios e packs de “ajudas” que vão desde 0.74€ (30 ajudas) a 20.99€ (1000 ajudas).

### 2.1.5 Can You Escape

Can You Escape é um jogo de puzzles para dispositivos móveis (Android e iOS), para maiores de 3 anos, desenvolvido pelo estúdio MobiGrow e o seu lançamento foi em março de 2017. Atualmente, encontra-se avaliado em 4.3 e 4.5 estrelas na *Play Store* e *App Store*, respetivamente. O objetivo do jogo é escapar de várias e diferentes salas. Para isso, é necessário procurar e investigar que objetos existem e quais são possíveis utilizar para encontrar a chave que abrirá a porta. Por vezes, existem objetos que não são utilizados como ferramentas, mas como fonte de informação acerca de algo, desde códigos para cofres a ordens de cores necessárias para abrir caixas, entre outros.

O jogo é gratuito, no entanto, a presença de anúncios é um pouco exagerada sendo alguns deles bastante intrusivos. Para além deste ponto negativo, é possível referir também a escassez de níveis, possuindo apenas 12.

### 2.1.6 Flow Free

Flow Free é um jogo de puzzles lançado pela Big Duck Games LLC. O jogo está disponível como uma aplicação web em HTML5, em Android, iOS e em Windows Phone. Atualmente, encontra-se avaliado em 4.3 e 4.5 estrelas na *Play Store* e *App Store*, respetivamente.

O jogo consiste em ligar, com uma linha, todos os pontos da mesma cor existentes nesse nível, sem que nenhuma linha se intersepte. Os jogadores arrastam a linha desde um ponto ao outro tendo que esta permanecer continua não se podendo sobrepor, como ilustrado na Figura 5.

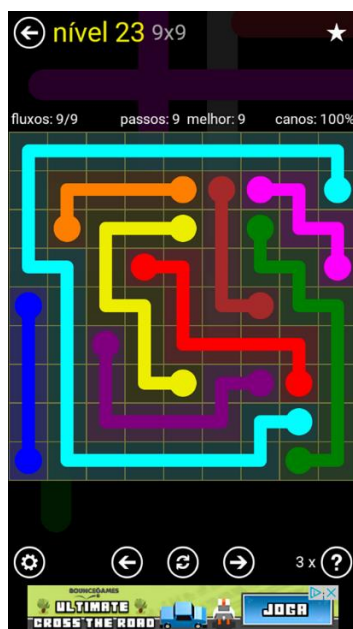


Figura 5- Puzzle do jogo Flow free

*Flow Free* tem dois modos de jogo:

- Jogo livre – o jogador não tem nenhum limite estando apenas focado na resolução do puzzle;
- Jogo com tempo – o jogador tem um tempo limite e nesse período tem de resolver o maior número de puzzles.

A jogabilidade de Flow Free implica um prévio planeamento das rotas das linhas de forma a responder a questões como “por onde começar?”, “por onde passar?”. Para proporcionar uma resolução mais fluída, existe também a opção de *undo* e de *restart* que reverterá o nível ao seu estado inicial. Para além destas funcionalidades, existe também a possibilidade de utilizar ajudas, sendo estas limitadas, mas compráveis. O jogo pode também ensinar um pouco de estratégia e de resolução de problemas, como por exemplo, no início, começar-se-á com a conexão mais obvia e simples seguindo-se para conexões mais complexas, dividindo assim o problema em vários pequenos problemas.

Como ponto negativo pode-se referir o facto do jogo se tonar um pouco repetitivo ao longo do tempo.

Existem mais de 2.000 puzzles gratuitos e outros que podem ser comprados na loja desde 0.99€ a 3.99€ (pack com todos os puzzles). É possível também comprar packs de ajudas. O jogo é gratuito, existindo, no entanto, alguns anúncios pela aplicação que podem ser desativados, caso seja comprado qualquer pack de níveis.

### 2.1.7 Spotlight: Room Escape

Spotlight é um jogo de puzzles disponível para dispositivos moveis (Android e iOS), classificado para maiores de 3 anos e foi desenvolvido pela Javelin Mobile. Conta com uma avaliação de 4.5 estrelas em ambas *Play Store* e *App Store*.

O jogo desenrola-se num ambiente de drama e suspense, onde o jogador encarna uma personagem que foi raptada e presa numa sala, sem qualquer tipo de memória. O objetivo é escapar da sala antes que o tempo acabe. Para isso, o jogador tem de investigar toda a sala com o intuito de conseguir as ferramentas e pistas necessárias para implementar um plano lógico de fuga. Caso necessário, é possível a utilização de dicas, contudo, estas são limitadas. Durante a sua jogabilidade, o intelectual do jogador está constantemente a ser desafiado por inúmeros puzzles alfanuméricos que servirão, por exemplo, para a abertura de fechaduras.

Como pontos positivos podemos enumerar os seus muito bons gráficos e a sua também muito boa banda sonora. O jogo tem bastantes anúncios o que acaba por ser um ponto negativo para a sua fluidez.

Embora Spotlight: Room Escape seja um jogo gratuito, para além de possuir bastantes anúncios, como já referido acima, este também possui uma loja onde podem ser comprados packs de dicas e a remoção dos anúncios. Os preços variam entre 0.92€ e 19.75€.

### 2.1.8 Adventure Tom<sup>2</sup>

Adventure Tom é um jogo de lógica, orientado ao raciocínio sequencial e espacial, para crianças dos 9 aos 12 anos, que se pode encontrar no *site mathplayground.com*.

O jogo tem como objetivo guiar o personagem principal, Tom, primeiramente á chave e de seguida ao baú do tesouro. Para isso, o jogador tem de colocar logicamente os seus limitados blocos que definirão o caminho que Tom irá percorrer. Estes blocos têm as suas próprias ações, como seguir para a direita, para baixo, para a esquerda, entre outros. Com o decorrer dos níveis aparecerão blocos com novas opções, como a possibilidade de pavimentar partes do mapa, entre outras. Depois de se planear logicamente o caminho, o jogador pressiona o botão de partida (“GO”) e certifica se a sua solução está correta.

O jogo apresenta uma interface simplista, no estilo de 8 bits, onde apenas é possível controlar os blocos, o som e a escolha do nível como podemos observar na Figura 6. A Figura 6 mostra um nível antes e depois de resolvido. O jogo é gratuito.



Figura 6- Estado inicial e final do nível 5 de Adventure Tom

<sup>2</sup> [https://www.mathplayground.com/logic\\_adventure\\_tom.html](https://www.mathplayground.com/logic_adventure_tom.html)

### 2.1.9 Humble Jungle Puzzle<sup>3</sup>

Humble Jungle Puzzle é um jogo de puzzles lógicos, recomendado para crianças entre os 7 e 9 anos, disponível em *mathplayground.com*. Este jogo estimula o pensamento computacional e o raciocínio sequencial com os seus puzzles. Puzzles estes que consistem em descobrir a maneira correta de unir todas as “frutas” numa só e entregar ao personagem do jogo. Para isto é necessário prever qual a posição que a “fruta” terá após a fusão de forma a ficar disponível para uma outra eventual fusão. Como é possível observar na Figura 7, juntando a “fruta” debaixo com a de cima, torna-se impossível a fusão com a última fruta.

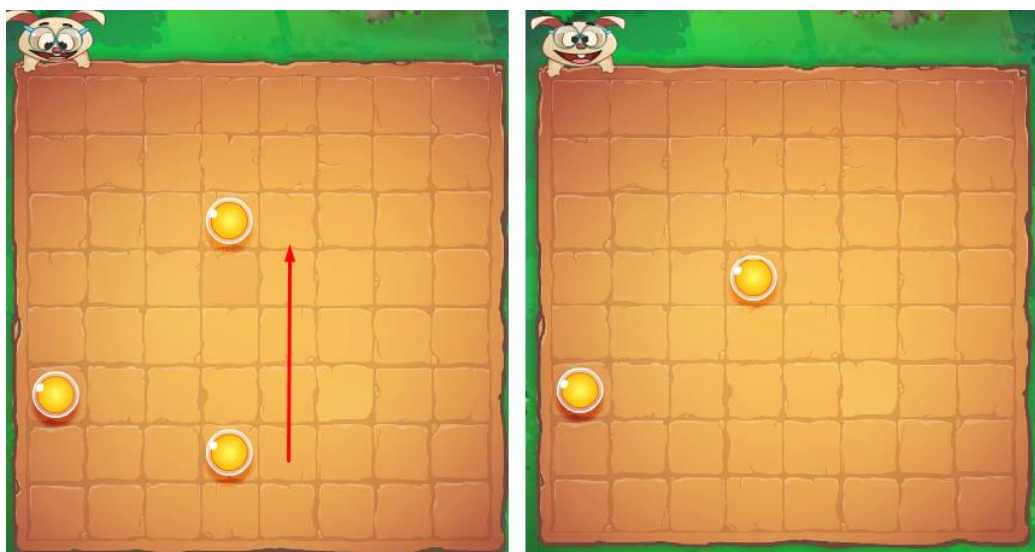


Figura 7- Demonstração de movimento errado em Humble Jungle Puzzle

Já na Figura 8 é possível visualizar qual seria o movimento correto.

---

<sup>3</sup> [https://www.mathplayground.com/logic\\_humble\\_jungle.html](https://www.mathplayground.com/logic_humble_jungle.html)

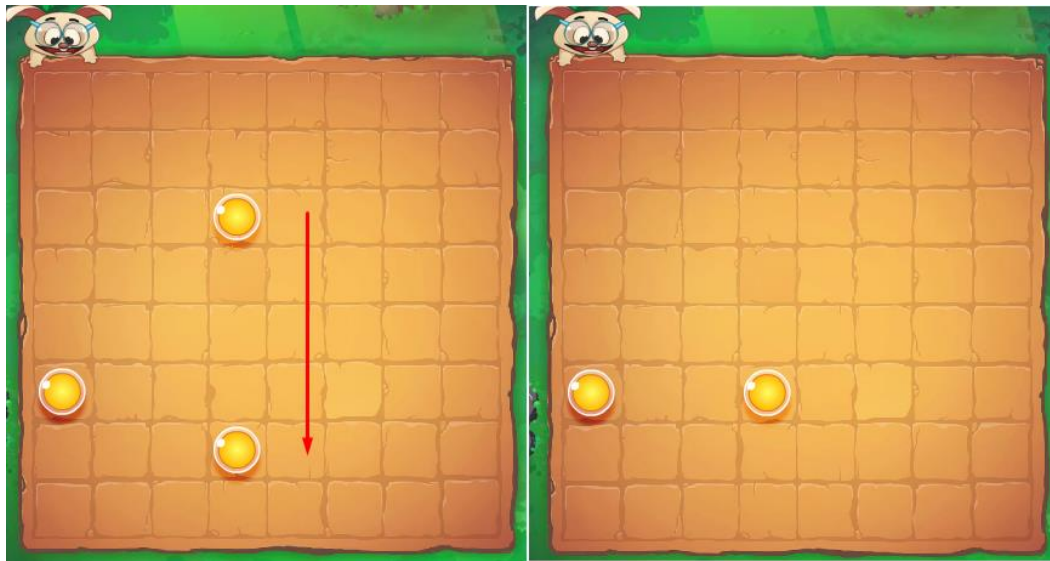


Figura 8- Demonstração de movimento correto em Humble Jungle Puzzle

O jogo apresenta uma interface amigável e cativante para crianças, com o uso de cores vivas e elementos de jogo apelativos para elas, como por exemplo, animais falantes.

*Humble Jungle Puzzle* é completamente gratuito.

#### **2.1.10 Need A Hero**

Need a hero é um jogo de lógica que desenvolve o pensamento lógico/computacional, é indicado para crianças com idades compreendidas entre os 8 e 11 anos e está disponível em [mathplayground.com](http://mathplayground.com).

O jogo desenrola-se num ambiente idêntico ao de um tabuleiro onde *Bob The mouse* tem de salvar os seus amigos das armadilhas do *Dr.Badd Cat*. A personagem apenas pode fazer movimentos horizontais e verticais contínuos, ou seja, movimentos que apenas são parados por outros objetos. Estes objetos podem ser caixas, que são imóveis e servem apenas para Bob conseguir parar e mudar de direção e pratos, que podem ser movidos para limites do tabuleiro ou contra um objeto imóvel, ganhando a mesma função de uma caixa normal. Para além destas ferramentas, existem outras como por exemplo, portais que transportam *Bob* entre as duas extremidades. Utilizando todas estas ferramentas, o jogador necessita de arranjar uma solução para libertar todos os amigos de Bob e por fim, utilizar a catapulta em forma de ratoeira para passar para o próximo nível.

#### **2.1.11 A Good Snowman Is Hard To Build**

A Good Snowman Is Hard To Build é um jogo de puzzles, classificado para maiores de 3 anos, lançado em 2015 e foi desenvolvido por Alan Hazelden e Benjamin Davis. Este encontra-se disponível para PC, Mac OS e dispositivos móveis (iOS e Android). Para PC e Mac OS encontra-se a cerca de 10€. Para dispositivos móveis, encontra-se a 4.99€ (Android) e 5.49€ (iOS).

Neste jogo, o utilizador controla um monstro, que gosta de bonecos de neve e ajuda-o a criar bonecos de neve. Um boneco de neve é formado com 3 bolas de neve, uma grande, uma média e uma pequena. Por vezes, as bolas de neve já existem e já se encontram no tamanho certo, sendo apenas necessário empurra-las de forma a criar o boneco de neve. No entanto, apenas podem ser empurradas uma de cada vez. Empurrando as bolas pelo terreno coberto de neve, faz com que esta seja removida do solo e torne a bola maior, ou seja, movendo uma bola pequena pela neve vai fazer com que esta se torne numa bola do tamanho médio. Existem também situações onde apenas existem 3 bolas do tamanho pequeno ou mesmo situações onde é necessário construir 3 bonecos de neve a partir de 9 bolas de neve. Para além destas diferentes situações, cada nível tem uma constituição diferente, podendo existir diferentes objetos como bancos de jardim, candeeiros, entre outros. A presença destes, influencia a progressão das bolas de neve e do monstro, pois estes objetos têm a função de obstáculos.

Good Snowman Is Hard To Build apresenta uma boa banda sonora e um design que embora minimalista, seja relaxante e muito bem conseguido. Os controlos, na versão móvel, são também um ponto forte deste jogo que optou por uma abordagem diferente à que normalmente é utilizada neste tipo de jogos. Em vez de um *d-pad* embutido no ecrã ou da utilização de *swipes*, é possível “rolar” as bolas pressionando-as e desenhando o seu caminho. O jogo irá fornecer uma *preview* do caminho que irá ser cruzado pela bola e se o utilizador assim o quiser basta “largar” a bola e esta irá percorrer esse caminho.

### 2.1.12 1Line

1Line é um jogo do tipo puzzle, disponível para dispositivos moveis (Android e iOS) e classificado para maiores de 3 anos. Conta com avaliações de 4.5 estrelas em ambas *Play Store* e *App Store*.

O jogo consiste em ligar todos os pontos com apenas uma linha, não podendo transpor as linhas já formadas. Inicialmente são apresentadas formas simples, mas cada vez que o nível aumenta, o número de linhas aumenta também e cada vez se torna mais complicado. São disponibilizadas dicas, sendo que estas são limitadas. Existe também um sistema de *rank* que contabiliza e organiza os jogadores pelo número de níveis resolvidos.

*1Line* é gratuito, no entanto, apresenta alguns anúncios, especialmente entre níveis. Possui também uma loja onde podem ser compradas dicas e a supressão dos anúncios.

### 2.1.13 Plataformas

Para além dos jogos, existem algumas plataformas que tentam chegar a programação às crianças. Não sendo tão motivadoras como os jogos, um pouco porque forçam a programação aos utilizadores, têm uma boa utilização e bons resultados. Sendo que, por exemplo, o Scratch, é utilizado na disciplina de tecnologias de informação de uma boa parte das escolas secundárias portuguesas.

### 2.1.13.1 Scratch<sup>4</sup>

Scratch é uma linguagem de programação visual desenvolvida pelo *Lifelong Kindergarten Group* do *MIT Media Lab*, projeto liderado por Mitch Resnick. Encontra-se disponível para *Windows*, *macOS* e *Linux*.

Esta linguagem foi desenhada para idades compreendidas entre 8 e 16 com intuito de ajudar estas gerações mais novas a pensar criativamente, a raciocinar sistematicamente e a dar os primeiros passos na programação. No entanto, é utilizado por pessoas de todas as idades, para desde a criação de apresentações a jogos e animações. (Scratch, s.d.)

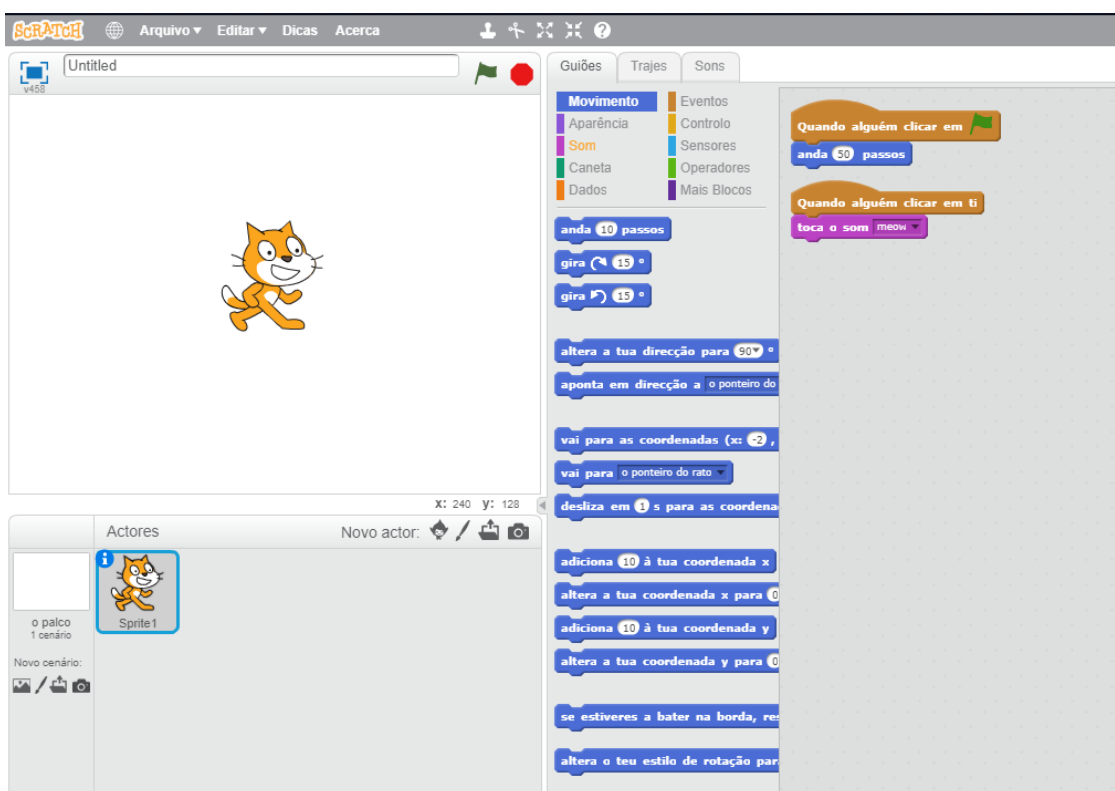


Figura 9- Interface do Scratch

Como podemos observar na Figura 9, o mecanismo aqui utilizado é o de blocos, ou seja, programa-se as ações como se de um puzzle se tratasse, ligando os blocos (ações) para que no final se tenha a ação desejada. É uma abordagem bem conseguida pois é bastante simples e intuitiva para qualquer idade.

Em suma, parece cumprir a sua missão faltando apenas uma componente de cativação. Faltando esta vertente cativadora é normal que as gerações mais novas não utilizem esta ferramenta como sua primeira escolha para passar o tempo. Para além disso, esta ferramenta implica que exista um orientador para dar pelo menos a primeira explicação, pois de outra forma seria ainda mais difícil e desmoralizador para uma criança tenta-lo fazer sozinha.

<sup>4</sup> <https://scratch.mit.edu/>

No entanto, existem muito bons pormenores a retirar desta ferramenta, como por exemplo a sua simplicidade na especificação das ações e das suas ligações.

### 2.1.13.2 Tynker<sup>5</sup>

Tynker é uma plataforma educacional de programação que utiliza uma interface baseada no mecanismo de *drag and drop* tal como o *Scratch*, tecnologia onde esta se baseou. O objetivo desta plataforma é o ensinamento de programação a crianças com mais de 5 anos. Para isso, fornece vários jogos e o seu próprio “IDE”. As crianças encontram uma interface idêntica à do *Scratch* com blocos arrastáveis que possuem diferentes ações onde a partir destes se joga ou se desenvolve o seu próprio jogo com diversas opções desde criação e animação das suas personagens aos níveis, entre outros. Em ambas hipóteses é possível visualizar os blocos em código *JavaScript*, isto permite ao educando perceber a que corresponde a ação do bloco numa verdadeira linguagem de programação. Sendo também possível utilizar os blocos diretamente em *JavaScript*.

Como é possível observar na Figura 10, as personagens irão batalhar mediante a ação que for arrastada para a caixa da direita.

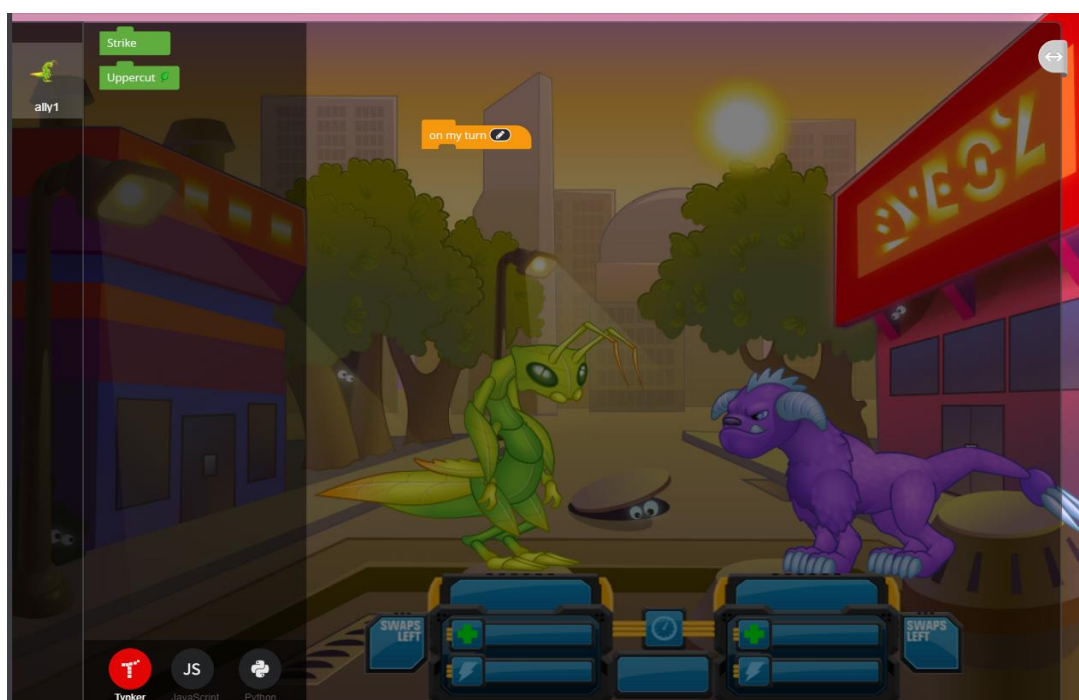


Figura 10- Interface do jogo *Code Monsters*

Na Figura 11 é apresentada a interface do IDE que a Tynker faculta, este permite programar ações para os personagens existentes e adicionar mais personagens. Em “*Level Editor*” é até possível mudar a estrutura do nível, desde mudar limites, texturas, prémios, vilões, entre outros.

<sup>5</sup> <https://www.tynker.com/>

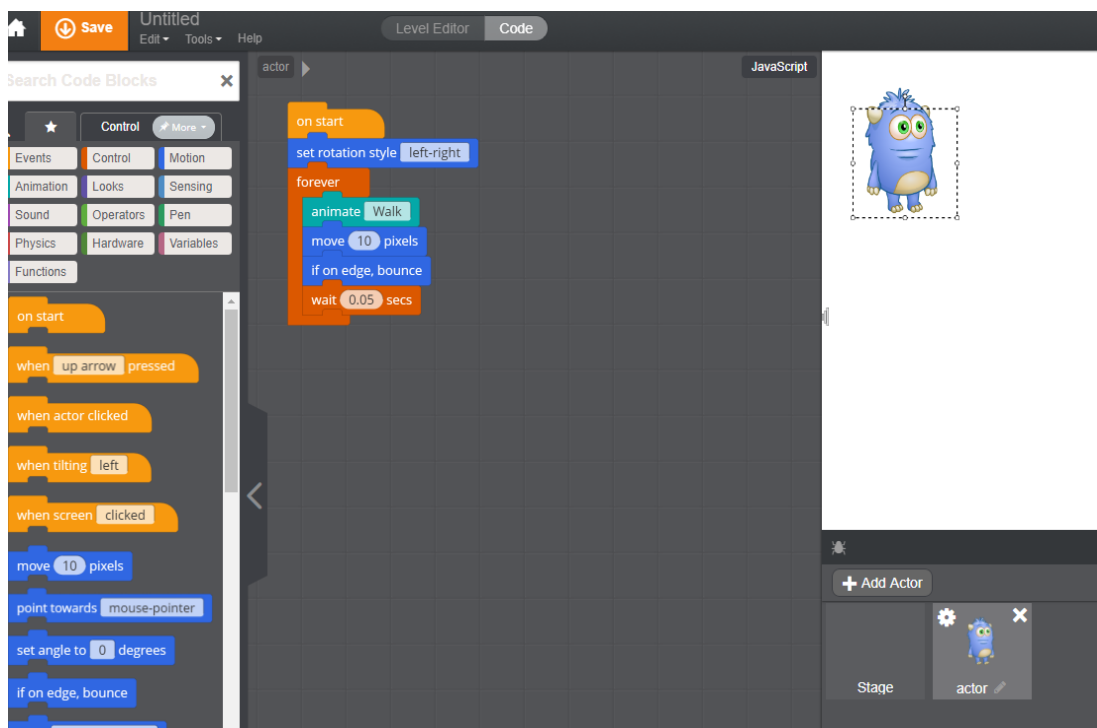


Figura 11- Interface do IDE da Tynker

A Tynker apresenta diversos pacotes dependendo do comprador. Por exemplo, para pais apresenta 3 planos: o trimestral, onde cobra 16\$ por mês; o anual onde cobra 8\$ por mês e o vitalício onde cobram 150\$ de uma só vez. Estes planos incluem:

- 3 cursos introdutórios online;
- 8 cursos *mobile* (aprender a programar em iPad);
- Missões diárias;
- Desenvolvimento de aplicações moveis (iPad ou tablet Android);
- 6 cursos online de *game design*;
- *Dashboard* que permite monitorizar os progressos dos educandos.
- Existem também pacotes para escolas que variam tanto em preço, funcionalidades, numero de alunos e idades.

### 2.1.13.3 CodeCombat

CodeCombat é um jogo de *browser* que ensina e incentiva a prática da programação. Possui um estilo retro e características de um *Role-Playing Game* (RPG). O jogo tem duas vertentes, a vertente de aprendizagem (que aqui será analisada), destinada a crianças com mais de 9 anos, e a vertente dedicada a programadores e/ou utilizadores mais avançados.

O jogo é gratuito em todos os seus níveis base sendo possível dar o “upgrade” por 3.99\$ mensais ou por 39.99\$ de uma só vez tornado o acesso *premium* vitalício. Em troca, são adicionados 330 novos níveis, 1.500 gemas de bônus mensais, o desbloqueio de novos heróis e classes, um suporte *premium* para ajuda no *debug*, entre outros. O CodeCombat encontra-se espalhado por todo mundo, estando presente em mais de 200 países e traduzido para mais de 50 idiomas. Tem uma base de jogadores de mais de 5.000.000. (CodeCombat, s.d.)

A interface é apelativa e os objetivos são bem definidos, como podemos aferir pela Figura 12. Na mesma imagem, é possível visualizar quais os métodos disponíveis, sendo que estes estão inteiramente relacionados com os itens equipados pela personagem, que neste caso são apenas as botas. Todos estes métodos têm uma breve descrição que é prontamente disponibilizada aquando o clique no mesmo.



Figura 12- Interface do jogo CodeCombat

Os níveis apresentam-se divididos por módulos e seguem uma ordem rigorosa, não se pode passar ao nível 3 sem passar pelo 2. Os módulos vão desde sintaxe, aritmética a desenvolvimento de jogos, desenvolvimento Web, Inteligência artificial, entre outros (ilustrado na Figura 13).



Figura 13- Níveis base do CodeCombat

De realçar pormenores como o da possibilidade de escolha da personagem, que dá controlo ao utilizador para escolher e modificar a seu gosto o seu personagem. Existe também um sistema de conquistas, que cativa o utilizador não só pelas recompensas, mas também pela sensação de triunfo. Estes pormenores são detalhes que podem prender o jogador.

#### 2.1.14 Sumário de Funcionalidades

Como é possível aferir na Tabela 1, maior parte das aplicações estudadas, estão disponíveis para dispositivos móveis. É possível também apurar que o género e modo de jogo de maior parte dos jogos analisados, consistem essencialmente em *puzzles* para um jogador. Em relação à narrativa, já é uma característica onde metade dos jogos analisados possuem e outra metade não. O modo de aprendizagem padrão destas aplicações é a partir da estimulação do pensamento lógico e computacional e da memorização. Estes processos vão provocar a ativação do lobo frontal e temporal do cérebro.

Tabela 1- Tabela comparativa de funcionalidades das aplicações estudadas

	Plataforma	Género	Modo de jogo	Público-Alvo	Narrativa	Modo de aprendizagem em	Parte do cérebro estimulada
Scratch	PC, macOS e Linux	n.d*	n.d*	Entre 8 a 16 anos.	n.d*	Visual Scripting	Ativação do lóbulo frontal
Tynker	PC, iOS, Android	n.d*	n.d*	Idade igual ou superior a 5 anos	n.d*	Visual Scripting	Ativação do lóbulo frontal

	Plataforma	Género	Modo de jogo	Público-Alvo	Narrativa	Modo de aprendizagem	Parte do cérebro estimulada
CodeCombat	PC	RPG	<i>Single e multiplayer</i>	Idade igual ou superior a 9 anos	Sim	Escrita de código <i>javascript</i>	Ativação do lóbulo frontal
Machinarium	PC, iOS, Android	Aventura <i>Point-and-click</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 7 anos	Sim	Pensamento computacional e lógico	Ativação do lóbulo frontal
Limbo	PC, PS4, PSVita, Xbox One, Android e iOS	Plataforma, <i>Puzzle</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 16 anos	Sim	Pensamento computacional e lógico	Ativação do lóbulo frontal
Mekorama	Android e iOS	<i>Puzzle</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Não	Pensamento computacional e lógico	Ativação do lóbulo frontal
Unblock me	Android e iOS	<i>Puzzle</i>	<i>Single e multiplayer</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Não	Pensamento computacional e lógico, e memorização	Ativação do lóbulo frontal e temporal
Can You Escape	Android e iOS	<i>Puzzle</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Não	Pensamento computacional e lógico, e memorização	Ativação do lóbulo frontal e temporal
Flow Free	PC, Android, iOS e Windows Phone	<i>Puzzle</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Não	Pensamento computacional e lógico, e	Ativação do lóbulo frontal e temporal

	Plataforma	Gênero	Modo de jogo	Público-Alvo	Narrativa	Modo de aprendizagem	Parte do cérebro estimulada
						memorização	
Spotlight: Room Escape	Android e iOS	<i>Puzzle</i> e Sobrevivência	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Sim, apenas inicial	Pensamento computacional e lógico, e memorização	Ativação do lóbulo frontal e temporal
Adventure Tom	PC, Android e iOS (browser game)	Jogo lógico	<i>Single player</i>	Idades entre 9 e 12 anos	Sim, apenas inicial	Raciocínio sequencial, computacional e espacial	Ativação do lóbulo frontal
Humble Jungle Puzzle	PC (browser game)	<i>Puzzle</i> lógico	<i>Single player</i>	7 aos 9 anos	Sim, apenas inicial	Raciocínio sequencial, computacional	Ativação do lóbulo frontal
Need a Hero	PC (browser game)	Jogo lógico	<i>Single player</i>	8 aos 11 anos	Sim	Raciocínio sequencial, computacional	Ativação do lóbulo frontal
A good Snowman is Hard to build	PC, Mac Os, iOS, Android	<i>Puzzle</i>	<i>Single player</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Sim, apenas inicial	Pensamento computacional e lógico	Ativação do lóbulo frontal
1line	Android e iOS	<i>Puzzle</i>	<i>Single e multiplayer</i>	Idade igual ou superior a 3 anos	Não	Pensamento computacional e lógico	Ativação do lóbulo frontal

## 2.2 Análise de valor

Atualmente, com o constante crescimento tecnológico, uma proposta de valor bem definida é crucial para o sucesso de qualquer projeto. Uma proposta de valor bem definida irá otimizar a comunicação com o cliente, demonstrando, especialmente, os benefícios para o mesmo e as vantagens sobre a concorrência.

A análise de valor é um processo sistemático, formal e organizado de análise e avaliação. A preocupação desta é em cumprir com os objetivos ou necessidades do cliente e para isso o processo de revisão tem de possuir conhecimento do propósito do produto. Neste subcapítulo será apresentada a proposta de valor e o modelo de negócio (Canvas). Em anexo encontra-se o processo de negócio e inovação, o valor para o cliente e a aplicação do método AHP.

### 2.2.1 Proposta de valor

Uma proposta de valor pode ser entendida como uma promessa de benefícios da organização aos seus clientes. É descrita como a definição de como itens de valor, como produtos e serviços, são embrulhados e oferecidos para cumprir com as necessidades do cliente. (Osterwalder & Pigneur, 2003) Por outras palavras, uma proposta de valor é uma vista geral da junção de todos os serviços e produtos de uma companhia, que juntos apresentam valor para um segmento de mercado específico. Esta descreve como a companhia se diferencia dos seus competidores e porquê que os clientes deviam optar por comprar o seu produto. (Osterwalder & Pigneur, 2003)

O jogo sério criado neste projeto irá estimular o raciocínio lógico, computacional e sequencial e eventualmente a curiosidade pela programação, de crianças com idades superiores aos 11/12 anos. Como se trata de um jogo, este é um bom passatempo, divertido e com carácter educativo, que permitirá preencher as lacunas que a evolução tecnológica tem deixado. O jogo tem uma história cativante que em conjunto com a sua jogabilidade viciante, irá permitir um bom tempo de diversão. Estará disponível para dispositivos móveis, pois cada vez mais estes estão presentes no quotidiano de qualquer um e permitem uma fácil e rápida ligação com o utilizador. Será desenvolvido em *Unity*, o motor de jogo que atualmente domina o mercado dos jogos para dispositivos moveis.

### 2.2.2 Modelo de Negócio (CANVAS)

Modelo de negócio é a forma de como a organização se estrutura para gerar e capturar valor. (EINOV, 2017) O modelo tem de explicitar quem são os clientes, o que valorizam, como chegar a eles, como mantê-los satisfeitos com o produto. Tem também de explicitar o que será desenvolvido, como será desenvolvido, que parceiros são necessários.

Uma forma simples e prática para a criação de modelos de negócio é a utilização do modelo CANVAS, pois é um modelo gráfico, curto e, que foca nos pontos cruciais de um modelo de negócio. O modelo CANVAS divide-se da seguinte forma:

- **Segmentos de Clientes (*Customer Segments*)** – grupo ou grupos de pessoas a quem a organização pretende gerar valor;
- **Propostas de Valor (*Value Propositions*)** – produtos e ou serviços que vão gerar valor ao cliente, que problemas dos clientes ajudam a resolver;
- **Relação com o Cliente (*Customer Relationships*)** – que tipo de relação cada segmento de cliente espera que a organização mantenha, que tipo de relação a instituição irá estabelecer;

- **Canais de distribuição (Channels)** – que tipos de canais a organização vai usar para chegar a cada segmento de mercado;
- **Fontes de receita (Revenue Streams)** – como o produto ou serviço irá gerar dinheiro;
- **Atividades Chave (Key Activities)** – quais as atividades chave a desenvolver pela organização para que o modelo de negócio tenha sucesso;
- **Recursos Chave (Key Resources)** – recursos necessários para o modelo de negócio funcionar;
- **Parceiros Chave (Key Partners)** – parceiros e ou fornecedores essenciais para o modelo de negócio;
- **Estrutura de Custos (Cost Structure)** – custos mais importantes inerentes do modelo.

O modelo CANVAS definido para este projeto encontra-se na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2- Modelo Canvas

<b>Parceiros Chave</b>	<b>Atividades Chave</b>	<b>Propostas de Valor</b>	<b>Relação com o Cliente</b>	<b>Segmentos de Clientes</b>
GILT; Lojas de aplicações online; Pedagogos;	Desenho da aplicação; Desenvolvimento da aplicação; Testes à aplicação; Divulgação da aplicação;	Jogo com diferentes puzzles com mecânicas e história cativante que estimulará o raciocínio lógico e computacional, podendo até eventualmente despontar a curiosidade pela programação.	Email; Redes sociais; Site;	Pais e/ou professores de:  Crianças/jovens adolescentes com idades superiores a 11/12 anos;
	<b>Recursos Chave</b>  Unity;  Ferramentas do GILT;  Equipa de desenvolvimento;		<b>Canais de distribuição</b>  Redes sociais;  Divulgação em escolas;	
<b>Estrutura de Custos</b>  Desenvolvimento;  Equipa de desenvolvimento;  Equipa de marketing;			<b>Fontes de Receita</b>  Compras <i>in-game</i> ;  Venda do jogo;	



## 3 Logos: O caçador de dragões

### 3.1 Conceção

#### 3.1.1 Público-alvo

Segundo a teoria cognitiva, do psicólogo suíço Jean Piaget, o desenvolvimento cognitivo humano encontra-se dividido em 4 estágios (Teixeira, 2015):

- Sensório-motor – desde o nascimento aos 2 anos;
- Pré-operatório – dos 2 anos de idade aos 7;
- Operatório-Concreto – dos 7 anos aos 11 ou 12;
- Operatório-Formal – aproximadamente dos 11 ou 12 anos em diante.

Esta teoria, mundialmente aceite e reconhecida, defende que é no quarto e último estágio que as crianças ganham e desenvolvem o pensamento abstrato. Desta forma, a criança torna-se capaz de adotar outras perspetivas além das suas próprias. Nesta fase, para além de se desenvolverem muitos aspetos dos raciocínios dedutivo e indutivo, a capacidade de usar a lógica formal e o raciocínio matemático, também cresce. A criança aprende a criar conceitos e ideias, e a utilizar o raciocínio lógico e sistemático. (Cherry, 2017)

O jogo tem como público-alvo as crianças a partir dos 11/12 anos, visto que, pelas suas idades, se encontram na fase onde despontam o raciocínio lógico e matemático, tentando assim cativá-las e guiá-las. Esta escolha justifica-se com a necessidade de estimular o raciocínio computacional/lógico destes pré-adolescentes e, eventualmente, o despontar de algum interesse pela programação e ou ciências computacionais.

### 3.1.2 Puzzles

O estilo do jogo baseia-se em puzzles lógicos que promovem o desenvolvimento cognitivo algorítmico. Os puzzles serão, maioritariamente, resolvidos a partir dos movimentos do personagem, do estilo *Sokoban*, mas também existirão puzzles apenas de manipulação espacial. Os puzzles e a narrativa subjacente serão adaptados ao público-alvo sendo baseados num modelo de fantasia de mundo de dragões bastante comum para estas idades.

### 3.1.3 Narrativa

Num mundo oprimido, dominado pelo terror, agonia e destruição, reinava um dragão, Duvnoss, o supremo lorde dragão da escuridão. Tudo começou quando Rivalon, uma das 5 maiores nações mundiais, liderada por Alabaster Rivalon, invocou Duvnoss com o intuito de se superiorizar tanto belicamente como intelectualmente, visto estas criaturas serem consideradas as criadoras de todo o universo, seres de imensurável poder. Alabaster pensou que conseguiria dominar tal fonte de poder, no entanto, quando invocado, Duvnoss facilmente tomou controlo de toda a família real e posteriormente de toda a nação, começando o seu reinado de terror.

Rivalon, agora liderada por Duvnoss, começou a sua expansão, ressuscitando os seus súbditos e conquistando terras vizinhas. Foram ressuscitados inúmeros dragões sendo que os mais poderosos são os seus 4 generais: Maekid, Ogor, Chodam e Urre. Com tamanho poder bélico, a anexação da sua vizinha e aliada de longo tempo, Veobia, foi bastante simples e rápida. A expansão do terror continuou chegando ao continente de Obone, onde os seus habitantes eram conhecidos como incansáveis lutadores natos. De facto, lutaram persistentemente, mas o poder dos dragões era demasiado para a sua força e tecnologia. No entanto, alguns deles conseguiram sobreviver e refugiar-se na nação de Lehia.

Apenas duas nações não caíram perante o poder de Duvnoss, o império de Clanand e a vizinha Lehia. Ambos eram conhecidos como nações de paz, durante muitos anos tiveram a função de reguladores das relações entre todas as 5 nações. Diz-se que Rivalon ainda não conseguiu invadi-los devido à sua muralha, que segundo a história, foi construída pelos dragões brancos Lehiathan e Clanandoss. Há quem acredite até, que os povos destas nações são descendentes destes dragões.

O jogador como habitante de Clanand, foi escolhido como investigador nesta luta contra as trevas. A sua função será explorar inúmeros *dungeons*, tentando assim conhecer mais sobre a história dos seus antepassados, mecanismos de luta contra os dragões, as suas fraquezas, entre outros.

### 3.1.4 Relação da Narrativa com os Puzzles

O jogador terá de explorar *dungeons* espalhados por todo o mundo, alguns até em território hostil. Esteticamente, os puzzles serão adaptados à parte do mundo onde se encontram, por exemplo, se se passar num deserto, o puzzle terá isso em conta. Estes *dungeons* terão níveis e serão explorados com recurso a puzzles. Puzzles estes que poderão ser, por exemplo: ordenar o caminho de um personagem tendo em conta limitações do nível, podendo estas ser limitações no número de movimentos; manipular elementos do espaço de forma a conseguir um caminho

para a saída, como demonstrado na Figura 14; entre outros. Ao explorar estes níveis, o jogador ficará a perceber melhor a história dos seus antepassados, aprenderá mecanismos de batalha contra dragões e as suas fraquezas.



Figura 14-Exemplo de puzzle

Aproximando-se do final do jogo e do iminente confronto entre as nações da paz e das trevas, Duvnoss propõe que a batalha final seja um confronto de lógica, onde o jogador terá de superar um puzzle final, terminando assim o jogo.

## 3.2 Desenho

### 3.2.1 Game Flowchart

Para uma melhor perceção do fluxo do jogo, nesta secção será exposto o seu *flowchart*, Figura 15.

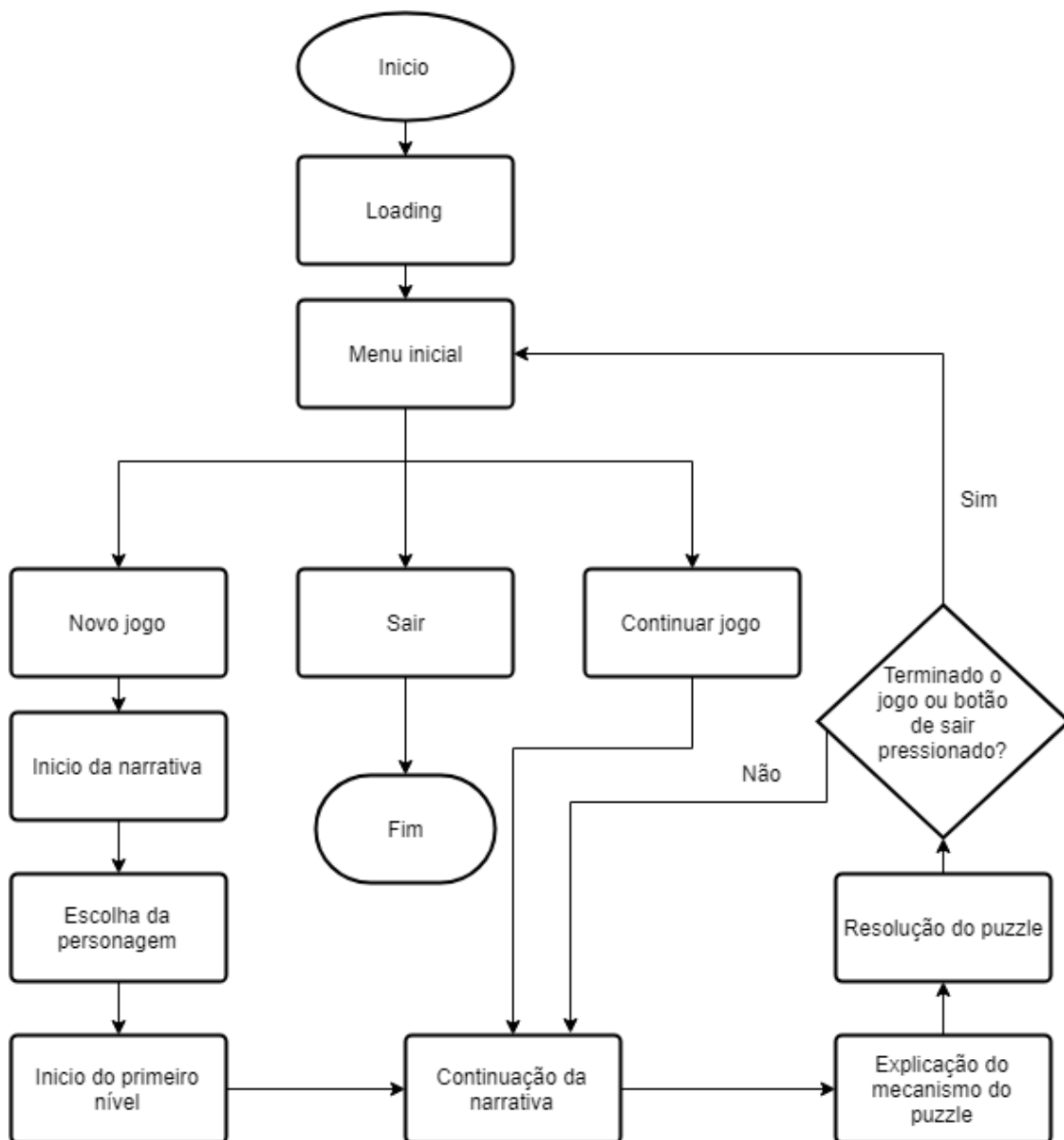


Figura 15-Game Flowchart

### 3.2.2 Storyboard

Nesta secção será exposto o *storyboard*, que consiste na apresentação dos menus do jogo com informações sobre os mesmos. Estas informações são o título, o número de sequência, a descrição, as interações que existem com ele e o áudio existente quando está ativo.



<p><b>Título:</b> Menu inicial</p>
<p><b>Número de sequência:</b> 1</p>
<p><b>Descrição:</b> O jogador, no menu inicial, tem a possibilidade de executar quatro ações. Pode começar um novo jogo, onde o seu atual progresso será apagado. Pode continuar o seu jogo, caso já tenha jogado anteriormente. Por fim, existem também as opções de sair e de desligar ou ligar o som.</p>
<p><b>Interações:</b> Caso o jogador comece um novo jogo, um resumo da história será exibido e será apresentado um ecrã como o 2. Se a opção de continuar estiver disponível e for esta a escolhida, o jogador será encaminhado para o ecrã número 3, onde as masmorras estarão desbloqueadas de acordo com o seu progresso.</p>
<p><b>Áudio:</b> Música de fundo do jogo.</p>

Figura 16 - Storyboard (Ecrã 1)

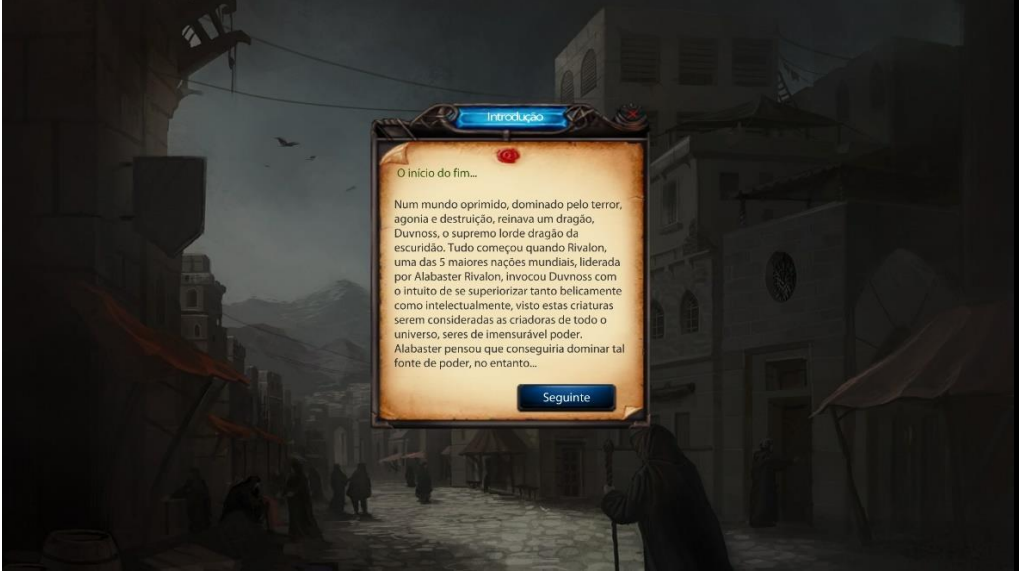

<p><b>Título:</b> Ecrã de história</p>
<p><b>Número de sequência:</b> 2</p>
<p><b>Descrição:</b> Neste ecrã e nos seguintes, é exposta a história do jogo, o utilizador tem a possibilidade de passar para a seguinte parte ou voltar atrás caso queira voltar a ler alguma parte anterior.</p>
<p><b>Interações:</b> O jogador tem a possibilidade de passar para a próxima parte da história ou voltar a ler a anterior. Quando acabar a leitura, será encaminhado para o ecrã 3.</p>
<p><b>Áudio:</b> Música de fundo do jogo.</p>

Figura 17 - Storyboard (Ecrã 2)



<p><b>Título:</b> Seleção de masmorra</p>
<p><b>Número de sequência:</b> 3</p>
<p><b>Descrição:</b> Este ecrã permite ao jogador escolher a masmorra onde se quer aventurar. Sendo que, existem masmorras que se encontram bloqueadas, desbloqueando a conquista da masmorra anterior.</p>
<p><b>Interações:</b> O jogador pode escolher a masmorra e será encaminhado para o puzzle correspondente à masmorra. Se pressionar um dos aloquetes, irá ser mostrada uma mensagem elucidativa acerca o bloqueio daquela masmorra. O utilizador pode também pressionar o botão das opções que abrirá o menu 4.</p>
<p><b>Áudio:</b> Música de fundo do jogo.</p>

Figura 18 - Storyboard (Ecrã 3)



<p><b>Título:</b> Menu de opções</p>
<p><b>Número de sequência:</b> 4</p>
<p><b>Descrição:</b> Aqui são apresentadas cinco opções ao jogador. Opções como voltar ao jogo, recomeçar o nível, voltar ao mapa ou ao menu inicial. Pode também, desligar ou ligar o som.</p>
<p><b>Interações:</b> Se o jogador pretender voltar ao jogo, apensa tem de fechar o menu ou pressionar continuar. Se pretender recomeçar o nível, pode pressionar a opção de recomeçar nível. Por fim, se pressionar em voltar ao mapa ou menu inicial, será encaminhado para o ecrã 3 e 1, respetivamente.</p>
<p><b>Áudio:</b></p>

Figura 19 - Storyboard (Ecrã 4)

### 3.2.3 Níveis e dificuldade

Cada nível foi implementado de acordo com as condições climáticas/terrestre do continente onde se encontra o puzzle, para prover uma maior imersão ao utilizador. Esta relação pode ser consultada na Figura 20.

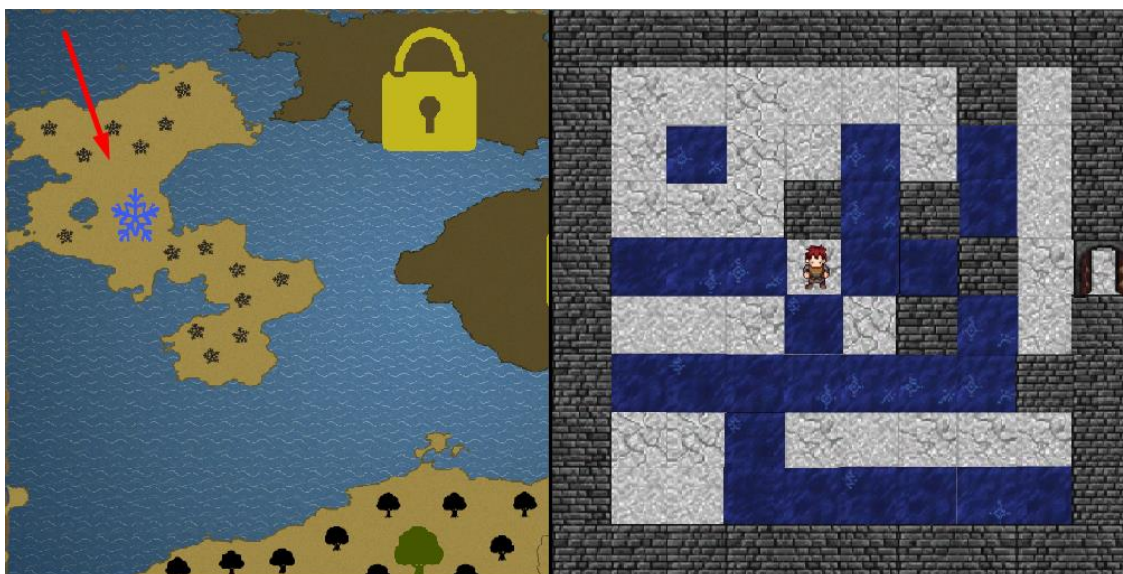


Figura 20 – Screenshot do mapa do jogo e de um nível de gelo

Os níveis foram construídos com o objetivo de o jogador conseguir arranjar uma solução onde consiga passar pela porta aberta (saída), por vezes esta encontra-se fechada e o utilizador tem de perceber os mecanismos necessários para a abrir. Exceção a estes níveis, são os níveis do segundo *dungeon*, onde aí o utilizador consegue manipular vários objetos do nível e o objetivo é passar um mineral precioso, em forma de cubo, pela porta. Neste conjunto de níveis, o processo de manipulação já é diferente e na versão *desktop* é feita à base de arrastamentos com o rato na peça desejada e em dispositivos móveis é feita com arrastamentos também na peça desejada, como ilustra a Figura 21.



Figura 21- Screenshot de um nível do *dungeon* de areia

Em termos de dificuldade, o jogo foi implementado para à medida em que se supera um nível dentro do *dungeon*, a dificuldade aumenta. No entanto, na introdução de um novo mecanismo, o nível em questão é simples para permitir a correta absorção do mecanismo. Daí adiante, os níveis começam a ficar cada vez mais complicados. Esta gestão da dificuldade é feita com a redução do espaço útil de jogo e com a introdução de novas variáveis necessárias para a conclusão do nível. Na Figura 22, são apresentados o primeiro e último nível do primeiro *dungeon*. No primeiro, é apresentado o mecanismo de manipulação das caixas vermelhas e a solução revela-se simples. No último, o espaço já se encontra reduzido devido a uma maior frequência dos imóveis rochedos castanhos. As caixas móveis estão também estrategicamente posicionadas para não serem tão simples de deslocar e as cinco placas têm de ser pressionadas para que a porta abra. Neste último nível, a solução já não é tão rudimentar como no anterior.



Figura 22- Screenshot do primeiro e do último nível do primeiro *dungeon*

### 3.2.4 GUI

O jogo foi pensado para proporcionar uma agradável experiência aos seus utilizadores, joguem eles num dispositivo móvel ou num computador. Para isso, um aspeto fundamental que foi tido em conta na sua conceção foi tornar a navegação fluida, independentemente do dispositivo onde era jogado. A simplicidade é uma característica crucial para este objetivo. Tentou-se então trazê-la, por exemplo, para os seus botões, no seu conteúdo e tamanho. As cores foram escolhidas tendo em atenção o estilo de jogo e a gama de cores utilizada em toda a aplicação.

O mapa foi concebido de acordo com a história, dividido em cinco continentes e com os elementos climáticos que os caracterizam, como demonstrado na Figura 23.



Figura 23- Mapa de jogo com apenas a primeira masmorra desbloqueada e mapa com até a terceira masmorra desbloqueada

Os aloquetes informam que aqueles níveis ainda estão por desbloquear, sendo que, são possíveis de repetir as vezes que o utilizador quiser, após desbloqueados.

### 3.2.5 Arte

O jogo irá apresentar um ambiente 2D, com traços do estilo medieval, onde grande parte da arte a ser utilizada será de fontes *open-source*, como por exemplo, *OpenGameArt*. Sendo que parte dela poderá ser manipulada para melhor inclusão no jogo. Existirão também fragmentos que poderão ter de ser construídos de raiz.

#### 3.2.5.1 Logo

Aqui é apresentado o logo do jogo, representado na Figura 24, foi escolhida uma imagem de um dragão por estar inteiramente ligado com a história do jogo e as peças de um puzzle, pelo jogo ser do tipo puzzle.



Figura 24-Logo

### 3.2.5.2 Jogador

Aqui, na Figura 25 são apresentados o jogador e as suas animações de movimento.



Figura 25- Modelo do jogador e das suas ações de movimento

### 3.2.5.3 Níveis

Os ambientes de fundo, dependerão da zona onde os labirintos se encontram, podendo existir ambientes que, por exemplo, remontam a climas gélidos e outros a climas extremamente quentes. Em algumas situações, as variáveis climáticas irão estar relacionadas com a resolução do nível. Por exemplo, em alguns níveis onde subsiste um clima glacial, existirão zonas onde o jogador não conseguirá controlar a sua personagem devido a placas de gelo presentes no solo.

### 3.2.5.4 Menus

Os menus vão seguir o mesmo padrão de cores do resto do jogo e vão exibir mensagens simples e concisas, permitindo assim uma consulta acessível e fluída. Para ilustrar, em baixo é apresentado o menu inicial (Figura 26).

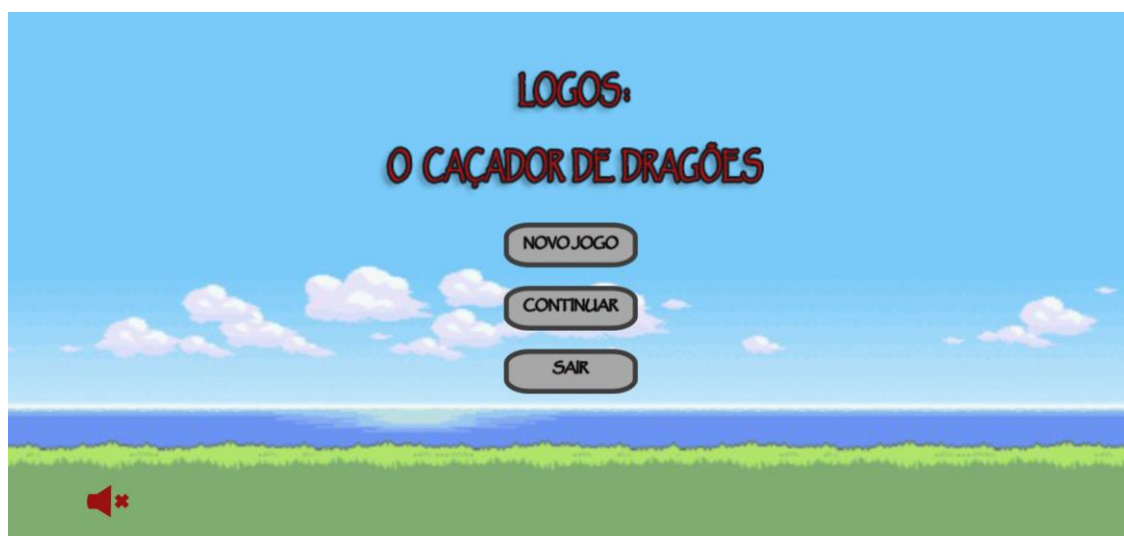


Figura 26- Menu Inicial

#### 3.2.5.5 Som

Irão ser adicionados sons para grande parte do jogo, nomeadamente para ações do utilizador, para som de ambiente, para inimigos, sons de sucesso na conclusão do nível e os necessários para uma melhor interpretação da narrativa. Os sons utilizados serão retirados de fontes abertas, podendo ser manipulados para o efeito. Eventualmente, poderão também ser criados novos sons para casos específicos.

### 3.3 Desenvolvimento

Neste subcapítulo, serão explicitadas as partes mais importantes do desenvolvimento da solução, dando particular realce à implementação da personagem do jogador e de todas as suas mecânicas. Todo o processo de desenvolvimento foi devidamente testado e acompanhado pela *framework* QEF. Neste subcapítulo foi também demonstrado o plano dos testes e explicitado o QEF.

#### 3.3.1 Tecnologias utilizadas

Para o desenvolvimento deste projeto é necessário um leque de tecnologias que utilizadas em conjunto tornarão possível a criação de um jogo sério. Esta secção, é dedicada à apresentação e sucinta descrição das tecnologias usadas.

##### 3.3.1.1 Unity

*Unity* é um motor de jogo desenvolvido pela *Unity Technologies*, que é utilizado, principalmente, para o desenvolvimento de videojogos e simulações para dispositivos móveis, consolas e computadores. Um motor de jogo consiste num agrupamento de bibliotecas que permite o desenvolvimento de um jogo. Este inclui diversas funcionalidades, desde um motor gráfico para renderizar gráficos 2D e 3D, sistemas de física, deteção de colisões, suporte de sons, entre outros. Para auxiliar no desenvolvimento, *Unity* apresenta também funcionalidades de *drag and drop*, juntamente com uma componente de programação. Componente esta onde a linguagem de programação padrão é o C#. Anteriormente, eram suportadas as linguagens: *Boo* (obsoleta desde o lançamento do *Unity 5*) e *UnityScript*, que é semelhante ao *JavaScript*, tendo a sua descontinuação começado em Agosto de 2017.

Unity já possui parcerias com grandes empresas e marcas, sendo algumas delas a Nintendo, Sony, Microsoft e Android. Encontrando-se ainda em expansão, Unity conta com 770 milhões de jogadores em todo mundo e 34% dos 1000 maiores jogos móveis grátis, foram desenvolvidos com o uso desta.

##### 3.3.1.2 Visual Studio

O motor de jogo *Unity* permite a integração com dois ambientes de desenvolvimento integrado, o *MonoDevelop* e o *Visual Studio*. O escolhido para este projeto foi o *Visual Studio*.

### 3.3.1.3 Paint.net

Paint.net é um programa de computador, *open-source*, utilizado para manipulação e edição de imagem. Disponibiliza uma intuitiva e inovadora interface e outras ferramentas cruciais para a manipulação e edição de imagens.

### 3.3.1.4 Audacity<sup>6</sup>

Como editor de som, foi utilizado o Audacity, que é um editor e gravador de som *open source*, ou seja, é gratuito para uso e dispõe do seu código fonte disponível para qualquer pessoa que o queira estudar, utilizar e até melhorar.

O Audacity dispõe de diversos recursos, como por exemplo: mixagem de sons, edição simplificada (cortar, copiar, colar e apagar), remoção de ruídos, entre outros.

## 3.3.2 Diagrama de classes

Nesta secção, será explicado o diagrama de classes, dividido em várias partes, para uma melhor percepção, sendo que para uma consulta do diagrama na sua total extensão, consultar o anexo 6.4.

Na Figura 27 estão três classes fulcrais no desenvolvimento deste jogo. Começando pela classe *MovingObject*, esta classe terá a responsabilidade da movimentação dos objetos, sejam eles o jogador, os cubos móveis ou os objetos de manipulação espacial. Assim sendo, faz sentido que estes três tipos de objeto sejam extensões (filhos) de *MovingObject* e que, portanto, herdem os métodos e variáveis comuns.

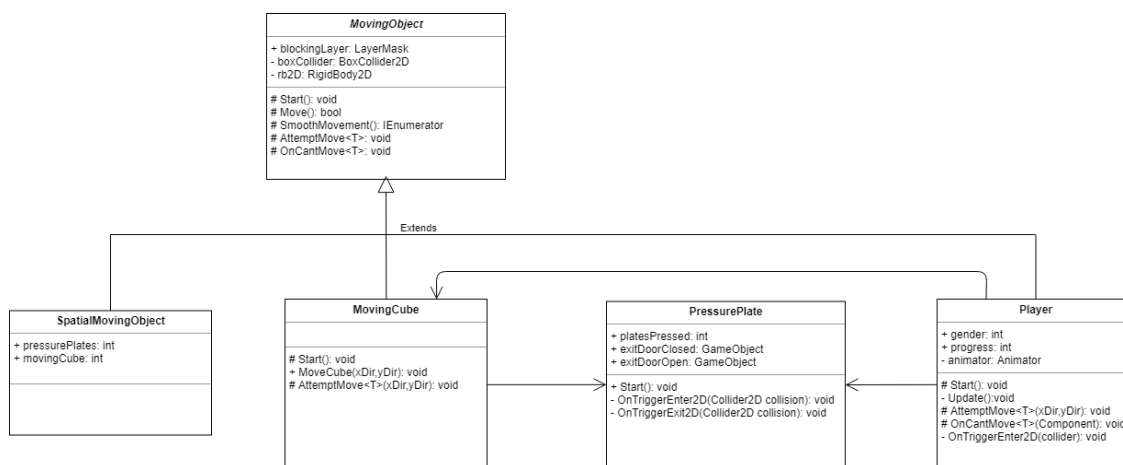


Figura 27- Diagrama de classes (Parte 1)

Ainda na Figura 27, é possível aferir que a classe *Player* interage com a classe *MovingCube*, isto acontece devido ao facto de que é a personagem do jogador que em contacto com estes cubos,

<sup>6</sup> <https://www.audacityteam.org/>

os faz mover. Em alguns níveis irão existir pequenas placas que se chamarão PressurePlate, e estas terão de estar todas pressionadas para que determinadas ações aconteçam. As placas poderão ser pressionadas por ambos o jogador (Player) e pelos cubos (MovingCube).

Na Figura 28, é possível observar os três diferentes tipos de jogador que irão existir neste jogo. Estes irão ser utilizados consoante o tipo de *dungeon* onde o utilizador se encontra e as condições do mesmo. Todos eles têm algo de diferente, pois interagem com condições diferentes, como por exemplo: o modelo do jogador no *dungeon* de gelo, irá interagir com um diferente tipo de terreno, onde existem placas de gelo que irão fazer com que o jogador se movimente de forma diferente, pois o jogador não irá conseguir controlar o movimento.

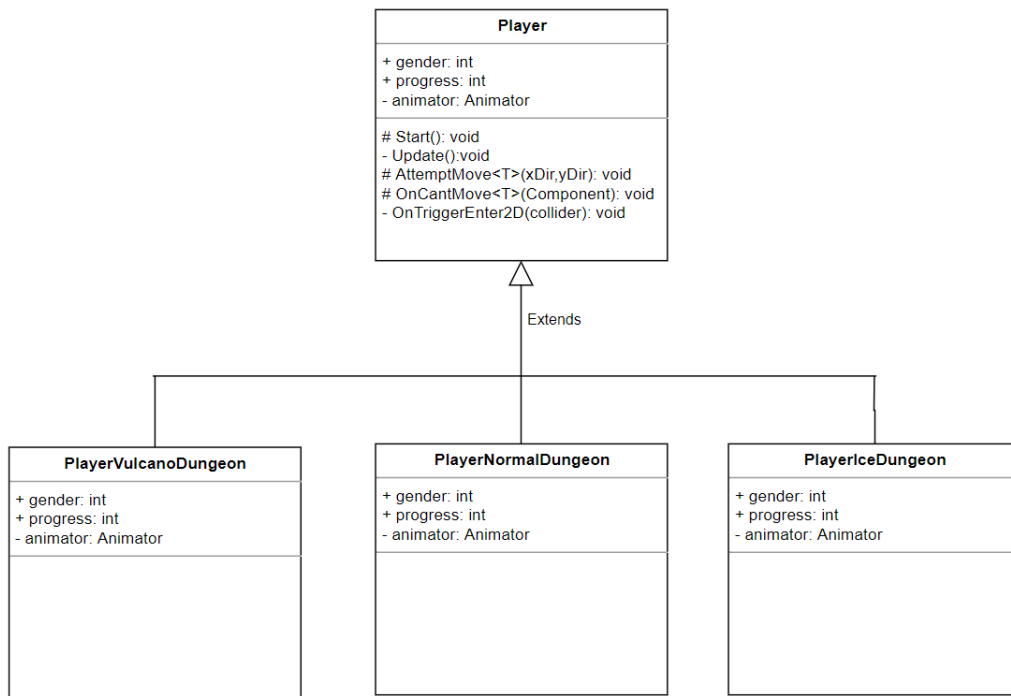


Figura 28- Diagrama de classes (Parte 2)

O mesmo acontece com os cubos normais e com os cubos dos *dungeons* vulcânicos, como a Figura 29 demonstra.

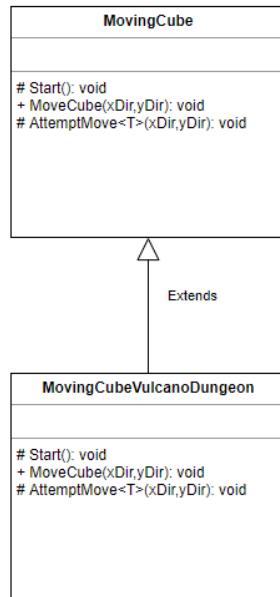


Figura 29- Diagrama de classes (Parte 3)

Tanto os cubos do *dungeon* vulcânico como o modelo do jogador, têm uma interação extra que faz com que o modelo tenha condições especiais. Neste caso, existem elementos, os portais, que possuem o *script* `PortalScript`, que serve como um teleporte para uma posição previamente definida. Na Figura 30, é demonstrada esta relação.

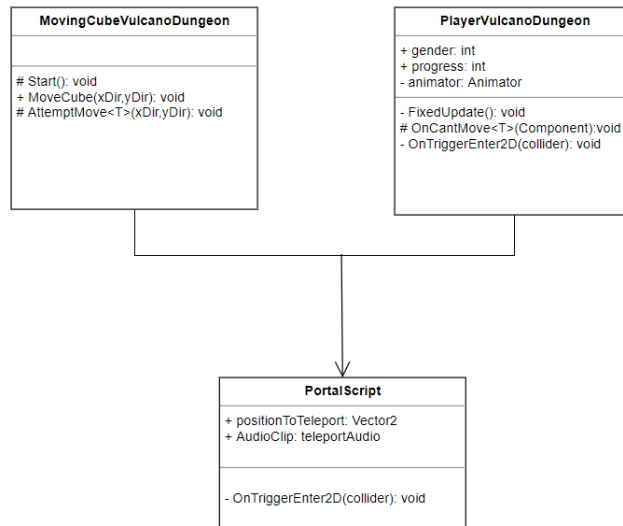


Figura 30-Diagrama de classes (Parte 4)

Por fim, na Figura 31 são apresentados os *scripts* `SoundManager` e `GameManager`. O `SoundManager` tem como função controlar todos os sons do jogo, sejam eles a música ambiente, os movimentos do personagem, o movimento dos cubos, entre outros. O

GameManager é o *script* que controla o jogo, ou seja, controla qual o nível atual, quando mudar de nível e para qual mudar. Tem também a função de recomeçar o nível, quando pedido.

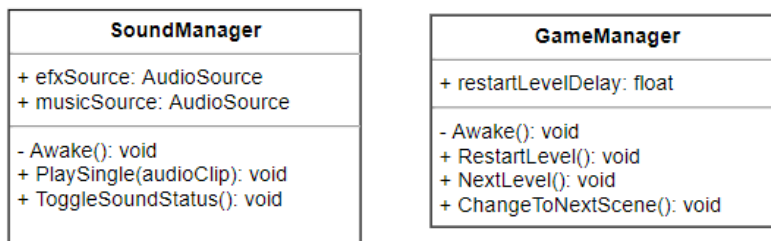


Figura 31 – Diagrama de classes (Parte 5)

### 3.3.2.1 Interligação com Unity

Os *assets* consistem em todos os ficheiros e informação em que a aplicação depende. Podendo estes ser texturas, imagens, vídeos, animações, entre outros. Nesta secção serão explicitados, com a ajuda de um diagrama de pacotes (Figura 32), os mais importantes e que sintetizam a estrutura de um típico projeto desenvolvido em *Unity* (ferramenta de desenvolvimento selecionada e descrita no subcapítulo 3.3.1.1).

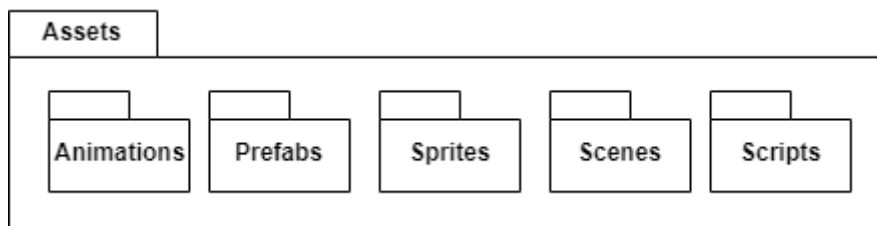


Figura 32-Diagrama de pacotes

As *Scenes* (cenas) contêm o ambiente e os menus do jogo e cada uma pode ser encarada como um nível do jogo. Esta característica permite o desenho e a construção do jogo passo a passo.

*Sprites* são objetos gráficos 2D, o equivalente a texturas em 3D e é neste pacote ("*Sprites*") onde são guardadas.

O comportamento de cada *GameObject* é controlado pelos componentes anexados a estes. No entanto, revelando-se insuficiente, o *Unity* permite a criação de *scripts* (*MonoBehaviour*) onde se pode implementar os comportamentos em falta. Este permite modificar as propriedades dos componentes existentes no objeto, desencadear eventos e responder ao *input* do utilizador em tempo real. Podem existir também, *scripts* que funcionem como código para os controladores da cena ou como uma classe modelo. O *Unity* permite a elaboração destes *scripts* em duas linguagens, sendo que a mais utilizada é C#. Todos estes *scripts* são alojados na pasta "*Scripts*".

No pacote "*Prefabs*" é onde se armazenam os objetos (*GameObject*) que podem ser reutilizados. Esta funcionalidade, permite não ter de criar manualmente um inimigo, por exemplo, todas as vezes que este seja necessário e permite também ações como editar

configurações para todas as instâncias deste objeto, sendo do mesmo modo possível substituir características para cada instância individualmente.

O pacote “*Animations*” é dedicado às animações (Jogador, inimigos, entre outros) e encontra-se subdividida em duas pastas:

- Animations – pasta esta onde serão armazenadas as animações geradas previamente no motor do *Unity*.
- AnimatorController – Aqui serão armazenados os controladores de animações, que tal como o nome indica, têm como função controlar a animação que esta a ser reproduzida. Um controlador de animações está associado a um *prefab* e é criado aquando gerada uma animação. Caso já exista um controlador para aquele *prefab*, o *Unity* automaticamente associa a animação ao respetivo controlador.

### 3.3.3 Jogador

Esta secção é dedicada à explicação do desenvolvimento da personagem do jogador, incluindo aspetos desde a sua aparência e animações, à sua lógica de jogo e movimento.

#### 3.3.3.1 Animações

Inicialmente, começou-se por tratar das *sprites* necessárias às animações do objeto jogador (ver Figura 33).



Figura 33- *Sprite sheet* do personagem principal

Depois de cortadas e selecionadas, as *sprites* são arrastadas para o *prefab* de forma a criar animação desejada. No momento de criação da primeira animação é também criado o “AnimatorController” (ver Figura 34), que será o controlador com a função de coordenar todas as animações deste objeto, incluindo qual animação é exibida.

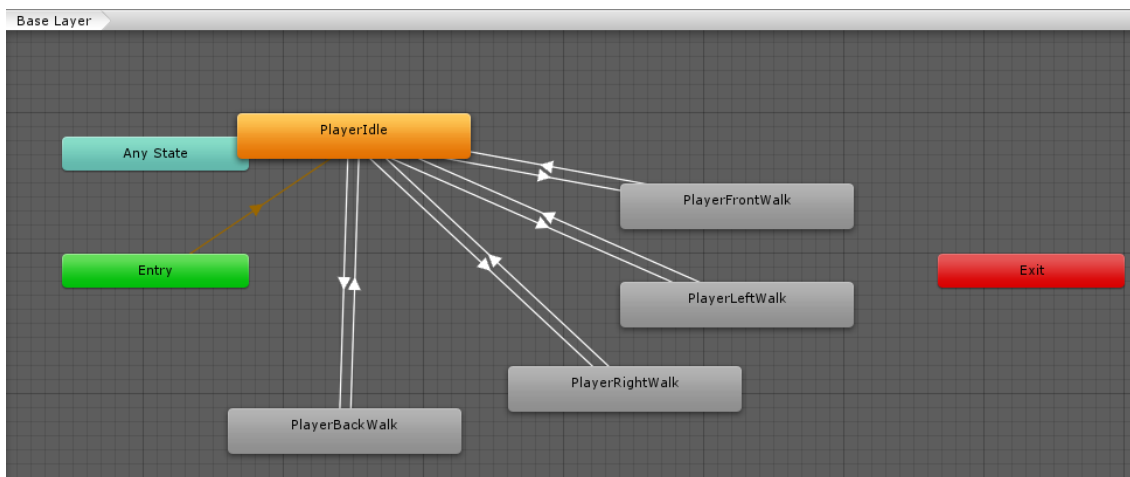


Figura 34- Animator Controller do Jogador

Estas animações são despoletadas no *script* do jogador e como é possível aferir no controlador (Figura 34), ao terminarem, todas estas voltam à animação inicial/padrão (“*PlayerIdle*”).

### 3.3.3.2 Comportamentos

Como já explicado, *GameObjects* podem ter comportamentos específicos que lhes são atribuídos a partir de *scripts*. Devido ao facto de existirem diferentes tipos de níveis e estes possuírem diferentes mecanismos, a interação com o utilizador não é igual. Portanto, foram criados quatro tipos diferentes de *scripts* para o jogador. O diagrama da Figura 35 mostra a relação entre os distintos *scripts*. Visto todos os diferentes tipos de jogador terem características em comum, faz sentido serem filhos do *script* principal *Player*, que por sua vez é filho do *script* *MovingObject*, *script* este que possui a lógica para o movimento da personagem.

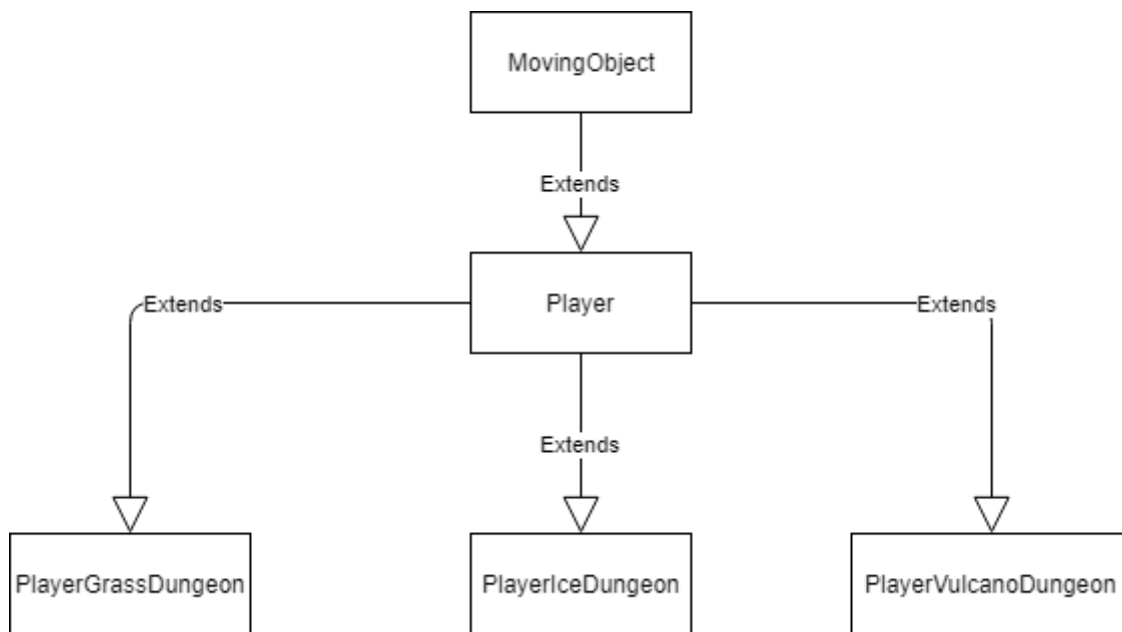


Figura 35- Diagrama da organização dos *scripts* jogador

No *script MovingObject*, antes de iniciar o movimento, é traçada uma linha desde a posição inicial do objeto para a possível nova posição, como demonstra a Figura 36. As caixas verdes identificam as *collider boxes* de objetos que pertencem à camada “*blocking layer*” e a caixa vermelha é a *collider box* do *Player*. Se na possível nova posição do jogador, estas caixas se intercetarem, o movimento não é efetuado. Caso colida com um objeto que pertença a uma diferente *layer*, é possível obtê-la e tratar esse evento.

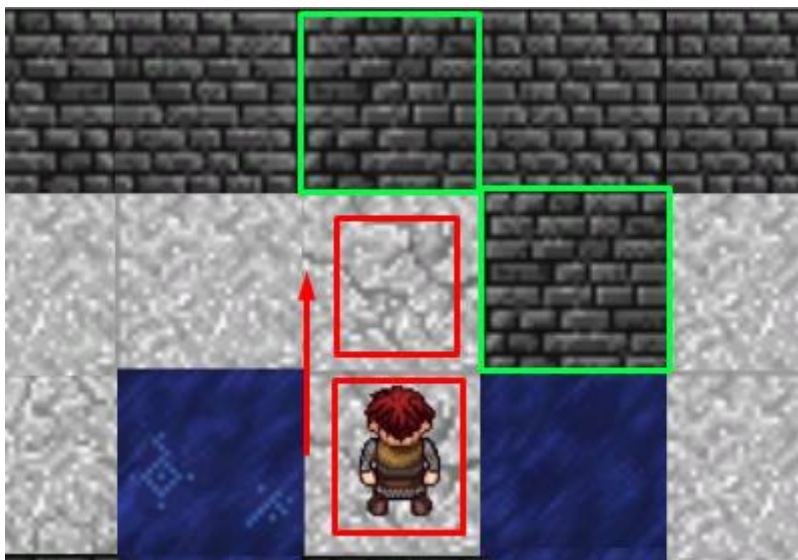


Figura 36- *Screenshot* explicativo do movimento do personagem

Em alguns níveis existem interações especiais, como por exemplo: a utilização de portais e/ou a movimentação de rochas para disponibilizar um caminho e ou para a ativação de mecanismos que abrirão portas.

Como o jogo é multiplataforma, um dos aspetos cruciais a ter em conta são os controlos. Neste jogo, o jogador move-se com as setas no computador e à base de “arrastamento” nos dispositivos móveis.

### 3.3.4 Som

O som foi inserido com a ideia de proporcionar uma melhor imersão ao jogador. Foi inserido o som para grande parte das ações consideradas importantes como por exemplo: a deslocação do personagem, o movimento das caixas móveis, o pressionar das placas de ativação, os portais, entre outros. Foi também inserida uma música de fundo. Todos estes sons podem ser desligados a qualquer altura no jogo.

Foi utilizado o objeto *SoundManager*, que tem como objetivo gerir todos os sons. Este é único e utilizado em todas as *scenes* do jogo, devido à utilização do padrão *Singleton*. Quando o script entra no método *Awake*, método este que é o método que corre em primeiro lugar no *script*, é feita a verificação se já existe uma instância de *SoundManager*, caso não exista, é feita a atribuição da instância à própria. Caso exista, e seja diferente da própria, a própria e o seu *gameObject* são destruídas para evitar que exista mais que um. Por fim, é chamado o método *“DontDestroyOnLoad”*, que é para assegurar que o que este objeto não é destruído quando a cena é recarregada.

### 3.3.5 Testes

O desenvolvimento desta aplicação foi acompanhado por um rigoroso plano de testes, especialmente funcionais, praticamente no fim de cada etapa, fosse esta a conceção do jogador, o desenvolvimento de um nível, entre outras. A acompanhar este projeto, como ferramenta de gestão de desempenho e requisitos, foi utilizado o QEF.

O QEF permite obter o grau de desempenho do sistema, face a um sistema ideal, em qualquer fase do desenvolvimento. Este é multidimensional e cada dimensão é constituída por um conjunto de fatores, sendo que cada fator é formado por um agregado de requisitos. (Escudeiro & Bidarra, 2008) Cada requisito tem um peso e em cada medição é necessário preencher a percentagem de progresso do mesmo, tornando-se assim possível, em qualquer fase do desenvolvimento, perceber o desenvolvimento do produto multimédia, em percentagem.

Neste projeto, foi criado um QEF com três dimensões e foram realizadas várias medições, em diferentes fases, para perceber o estado do desenvolvimento do projeto, na respetiva fase.

As dimensões e fatores definidos para o QEF, neste projeto, são:

- Dimensão Cognitiva – A dimensão cognitiva tem como função, ajudar a perceber o efeito que o jogo teve na aprendizagem no jogador, tenta provar a parte “séria” do jogo, contando com fatores como a “Aprendizagem” e “Avaliação”.
- Dimensão Ergonómica – Esta dimensão pretende avaliar a interação do utilizador com a aplicação. Aqui pretende-se testar se o jogo está preparado para diferentes tipos de jogadores, se o jogo apresenta uma boa jogabilidade, se está bem preparado para o

público alvo. Para isso, foram definidos três fatores: o da usabilidade, da jogabilidade e sociocultural.

- Dimensão Técnica – Com a dimensão técnica pretende-se avaliar as funcionalidades do jogo e as suas características de suporte. Para esta dimensão, definiu-se os fatores de funcionalidade e suporte.

Os requisitos foram também identificados e para cada um foi definida uma métrica de avaliação, que ajuda assim a definir a percentagem de cumprimento do próprio. A avaliação da métrica é descrita como demonstra a Figura 37 e a percentagem preenchida de acordo com a Figura 38.

Requirement	Metric Evaluation
O contexto de aprendizagem é orientado pela taxonomia de Bloom	<input type="checkbox"/> contexto de aprendizagem respeita os seis princípios da taxonomia da Bloom.

Figura 37 – Métrica de avaliação (Parte 1)

Wfk - Fulfilment (%)				
0	25	50	75	100
Não.	Apenas um princípio é respeitado.	Apenas três princípios são respeitados.	Apenas cinco princípios são respeitados.	Todos os princípios são respeitados.

Figura 38 – Métrica de avaliação (Parte 2)

Para uma consulta mais detalhada, com os requisitos incluídos, consultar anexo 6.5.

Existem alguns requisitos que necessitam de ser avaliados com base em questionários. Para isso, foi desenvolvido um questionário com três perguntas acerca a parte técnica do projeto, com catorze perguntas dedicadas à jogabilidade e usabilidade e sete dedicadas ao desenvolvimento cognitivo. As hipóteses de resposta para estas questões, vão de 1, que corresponde a “discordo completamente”, a 5, que corresponde a “concordo completamente”. Para converter as respostas em valores de métrica do QEF, calculou-se a percentagem de *feedback* positivo da questão em análise e aferiu-se a que intervalo de percentagem pertencia. Foram consideradas como respostas de *feedback* positivo as que apresentavam 4 e 5.

A última medição do QEF, já com todas as respostas aos questionários incluídas, apresentou uma percentagem de 84%. Sendo um protótipo, considerou-se uma boa percentagem. Com ajuda do QEF foram também identificados requisitos a melhorar, que serão analisados mais à frente no documento.

## 4 Avaliação e Experimentação

### 4.1 Hipótese

Sendo o foco deste projeto o desenvolvimento de um jogo sério com o intuito de estimular o pensamento lógico, a hipótese que se pretende verificar é se, efetivamente, o uso de um jogo de estimulação do raciocínio lógico com uma boa ergonomia e um bom desenvolvimento técnico permite o desenvolvimento cognitivo dos jogadores (Tabela 3).

Tabela 3- Hipótese a testar

Designação	Hipótese
Hipótese 1	O uso de um jogo de estimulação do raciocínio lógico com uma boa ergonomia e um bom desenvolvimento técnico permite o desenvolvimento cognitivo dos jogadores.

Para isso, para além desta (Cognitiva), foram definidas as grandezas de ergonomia e técnica, de forma a incluir a sua contribuição para o sucesso na estimulação do raciocínio lógico. Estas três grandezas são detalhadas em seguida:

- **Cognitiva** – Esta grandeza é dedicada à perceção e avaliação do impacto que a aplicação teve no raciocínio lógico e computacional dos jogadores;
- **Ergonomia** – A ergonomia consiste em enquadrar o jogo para os jogadores e irá englobar aspetos como a usabilidade, a jogabilidade e aspetos socioculturais;
- **Técnica** – Uma boa solução tem de apresentar uma boa parte técnica e aqui se enquadram aspetos como funcionalidades e suporte à aplicação.

## 4.2 Metodologia de avaliação

Para testar a hipótese, foi feito então um estudo com professores do ensino básico e secundário com experiência na utilização de tecnologias no ensino. A escolha destes participantes teve a ver com a sua experiência de ensino junto dos alunos desta faixa etária e a sua experiência com outras aplicações informáticas para o ensino e aprendizagem o que lhes permitia ter uma visão informada, a estes dois níveis, sobre este jogo.

Para o efeito contou-se com a colaboração de uma investigadora do GILT que estava na altura a orientar uma formação com estes professores e que promoveu o contacto com os mesmos. O jogo foi adaptado e melhorado para correr em *browsers* e foi disponibilizado *online*, numa plataforma gratuita<sup>7</sup>, para que a população de teste o pudesse testar no seu local de trabalho, não sendo assim necessário deslocações. Os professores tiveram a possibilidade de o testar autonomamente durante uma semana. Posteriormente responderam a um questionário, dividido em três secções: técnica, usabilidade e jogabilidade e desenvolvimento cognitivo. Os inquiridos possuíam cinco hipóteses de resposta para cada questão, de 1 a 5, numa escala onde 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 a “concordo completamente”. O inquirido terá também a hipótese de responder a uma das questões com os seus comentários, sugestões, ou com simplesmente a sua opinião, permitindo assim apurar uma melhor apreciação do jogo.

O questionário foi disponibilizado *online* com a ajuda da plataforma *google forms*. É possível a sua consulta no anexo 6.6.

Os resultados do questionário permitiram chegar a uma conclusão mais precisa acerca da opinião dos inquiridos sobre os fatores em avaliação (técnica, usabilidade e jogabilidade e desenvolvimento cognitivo). Após esta análise, o QEF foi completado e foi feita uma conclusão acerca do sucesso da aplicação e do que é possível melhorar.

## 4.3 Análise de Resultados

Neste subcapítulo será feita a análise dos resultados dos questionários por áreas, ou seja, pelas grandezas: técnica, usabilidade e jogabilidade e desenvolvimento cognitivo.

Do grupo total de professores (22) receberam-se 11 respostas (50%), uma percentagem razoável considerando este tipo de estudos. Devido ao pequeno tamanho da amostra, embora sendo especialistas, podem existir algumas incoerências. Para além da problemática do tamanho da amostra, existe também a plataforma em que o jogo foi disponibilizado, não sendo a original para que o jogo foi pensado, no entanto, pensa-se que foi bem-adaptado, cobrindo praticamente todas as funcionalidades do ambicionado.

As respostas destes questionários foram agrupadas em tabelas, por área e podem ser consultadas abaixo. As respostas da parte técnica estão representadas na Tabela 4, as de usabilidade e jogabilidade na Tabela 5 e por fim, as da parte dedicada ao desenvolvimento cognitivo estão representadas na Tabela 5.

---

<sup>7</sup> [logos.x10host.com](http://logos.x10host.com)

Tabela 4 - Respostas sobre parte técnica

Número de Perguntas	Cotação				
	1	2	3	4	5
Consegue começar um novo jogo facilmente?	0	0	2	1	8
Consegue continuar o jogo facilmente?	0	2	3	4	5

Tabela 5 - Respostas sobre Usabilidade e Jogabilidade

Número de Perguntas	Cotação				
	1	2	3	4	5
Acha que o jogo é divertido?	0	0	4	4	3
Considera o jogo desafiante?	0	0	4	4	3
Considera a história do jogo interessante?	0	1	2	7	1
Considera os controlos do jogo fáceis de entender?	0	3	2	3	3
Acha que o uso do áudio melhora a jogabilidade?	0	1	1	6	3
Acha que os gráficos do jogo melhoram a jogabilidade?	0	0	5	6	0
Considera os menus de jogo de fácil acesso e compreensão?	0	1	4	2	4
Considera a navegação pelo jogo simples e adequada?	0	1	4	2	4
As instruções do jogo são claras e concisas?	0	1	5	2	3
Os menus deste jogo são de fácil acesso e compreensão?	0	1	3	2	5
Considera a interface deste jogo simples e apelativa?	0	1	2	4	4
Utilizaria este jogo com regularidade?	0	2	5	4	0
Recomendaria esta aplicação a outra pessoa?	0	0	4	4	3

Tabela 6 - Respostas sobre parte dedicada ao desenvolvimento cognitivo

Número de Perguntas	Cotação				
	1	2	3	4	5
O ambiente do jogo e da jogabilidade são ajustados ao contexto de aprendizagem?	0	0	4	5	2
O contexto de aprendizagem remete efetivamente aos objetivos de aprendizagem?	0	0	6	4	1
O jogo promove autoaprendizagem?	0	0	3	5	3
O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos?	0	0	3	5	3
O jogo permite o reconhecimento de padrões?	0	0	1	5	5
O jogo encoraja a reflexão?	0	0	1	5	5
Independentemente do resultado, o jogo possibilita ao jogador refletir sobre a estratégia utilizada para completar o puzzle?	0	0	2	8	1

#### 4.3.1 Técnica

Começando pela parte técnica, esta parte tinha como objetivo ajudar o autor a perceber como encaravam os utilizadores algumas funcionalidades implementadas.

## Consegue começar um novo jogo facilmente?

11 respostas

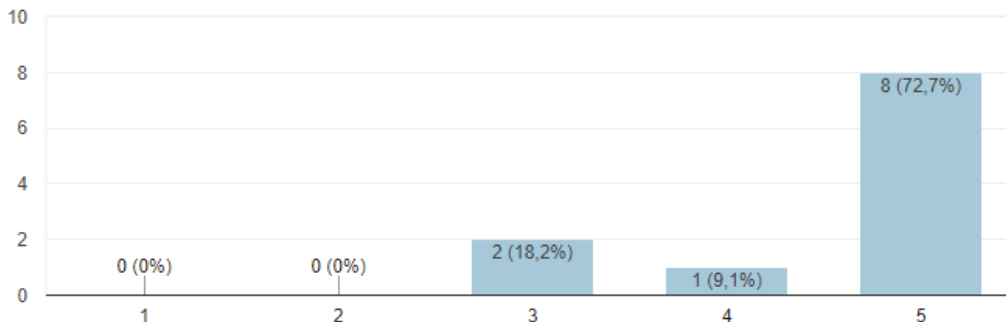


Gráfico 1 – Gráfico de barras para avaliação da parte técnica do jogo (Parte 1)

Como podemos consultar no Gráfico 1, 8 pessoas concordaram completamente que é fácil começar um novo jogo, 1 concordou e 2 duas não concordaram nem discordaram. Estes dados revelam que começar um novo jogo é simples e quase todas as pessoas o conseguem fazer muito facilmente.

## Consegue continuar o jogo facilmente?

11 respostas

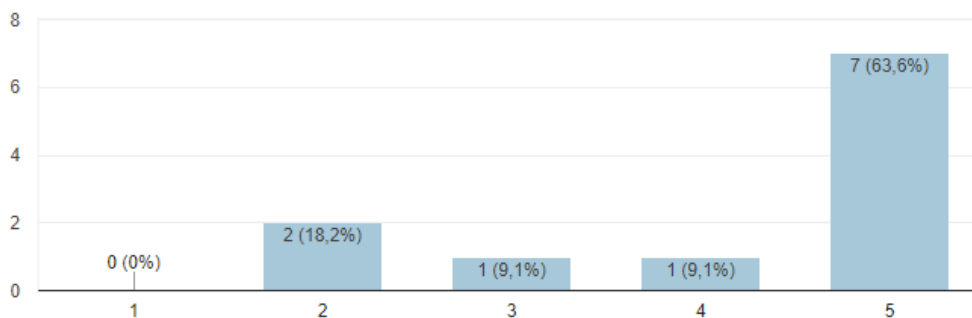


Gráfico 2 – Gráfico de barras para avaliação da parte técnica do jogo (Parte 2)

No Gráfico 2 é possível apurar que embora 8 pessoas concordem ser fácil começar um novo jogo, 2 pessoas não concordam e 1 não discorda nem concorda. Este pormenor pode ser devido ao facto de o jogo ter sido compilado para web, para poder ser jogado online, facilitando o acesso dos professores, e esta adaptação faz com que o jogo deixe de poder ser continuado noutro dispositivo sem ser o qual se começou o jogo. Não se encontrou outra explicação visto que para continuar o jogo apenas é necessário pressionar o botão de “Continuar”.

Estas perguntas ajudaram no preenchimento do QEF que conta com 85% na dimensão técnica.

### 4.3.2 Usabilidade e jogabilidade

Nesta secção, tentou-se perceber algumas características do jogo, se é agradável, se cativa o jogador e se é facilmente interpretado são algumas delas.

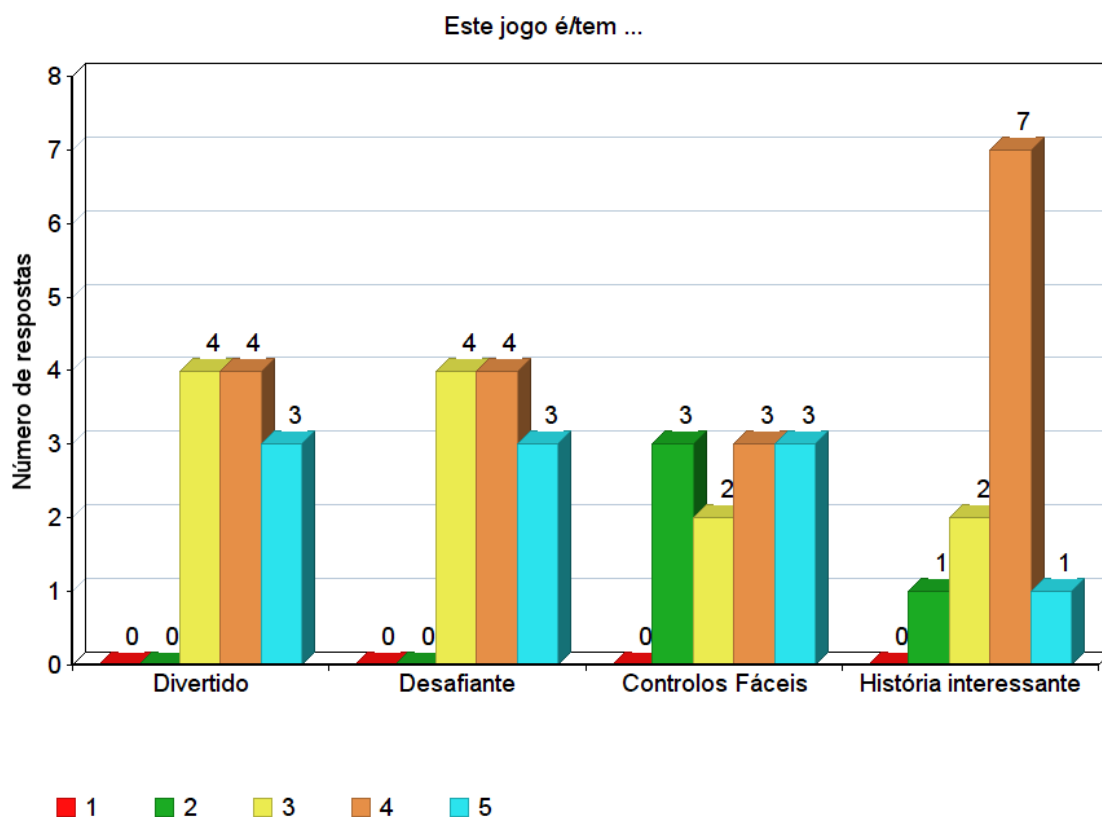


Gráfico 3 - Gráfico de barras para a avaliação da jogabilidade

No Gráfico 3, é possível aferir que 7 pessoas consideraram Logos: O caçador de dragões divertido enquanto que 4 pessoas não concordaram nem discordaram da informação. O mesmo acontece com a características de desafiante, pelo que isto indica que o jogo já se encontra num bom nível em ambos, não sendo estes prioridades para futuros melhoramentos. Em relação aos controlos serem fáceis, 2 pessoas não concordam nem discordam, 6 pessoas concordam ou concordam completamente e 3 pessoas não concordam com a informação. As três respostas negativas podem estar relacionadas com o facto de que existem dois tipos diferentes de movimento dependendo do nível, o que pode ter causado alguma confusão. Esta mudança de controlos deve ser ainda mais explícita, para além das instruções no início do nível, devem ser reproduzidas animações ilustrando o tipo de movimento. A história foi considerada interessante ou muito interessante por 8 pessoas, 2 pessoas não concordaram nem discordaram e uma pessoa discordou. Estes valores apontam que a história já se encontra num bom nível.

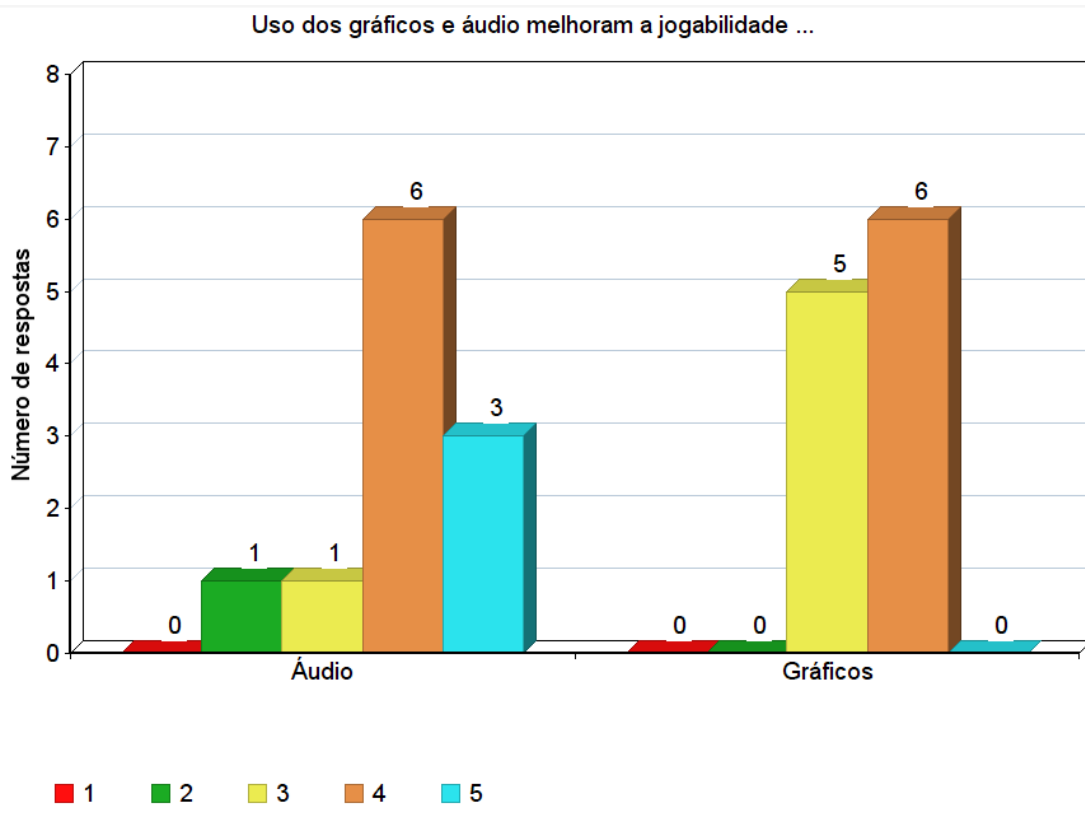


Gráfico 4 - Gráfico de barras para avaliar áudio e gráficos

No Gráfico 4, é possível aferir que 9 pessoas consideram que o áudio melhora a jogabilidade, 1 pessoa não concorda nem discorda com a afirmação e 1 pessoa discorda que o áudio melhora a jogabilidade. Também é possível verificar que 6 pessoas concordam que os gráficos atuais melhoram a jogabilidade e 5 não concordam nem discordam da afirmação. Conclui-se assim que a parte do áudio encontra-se num bom estado e que a parte gráfica pode ser melhorada.

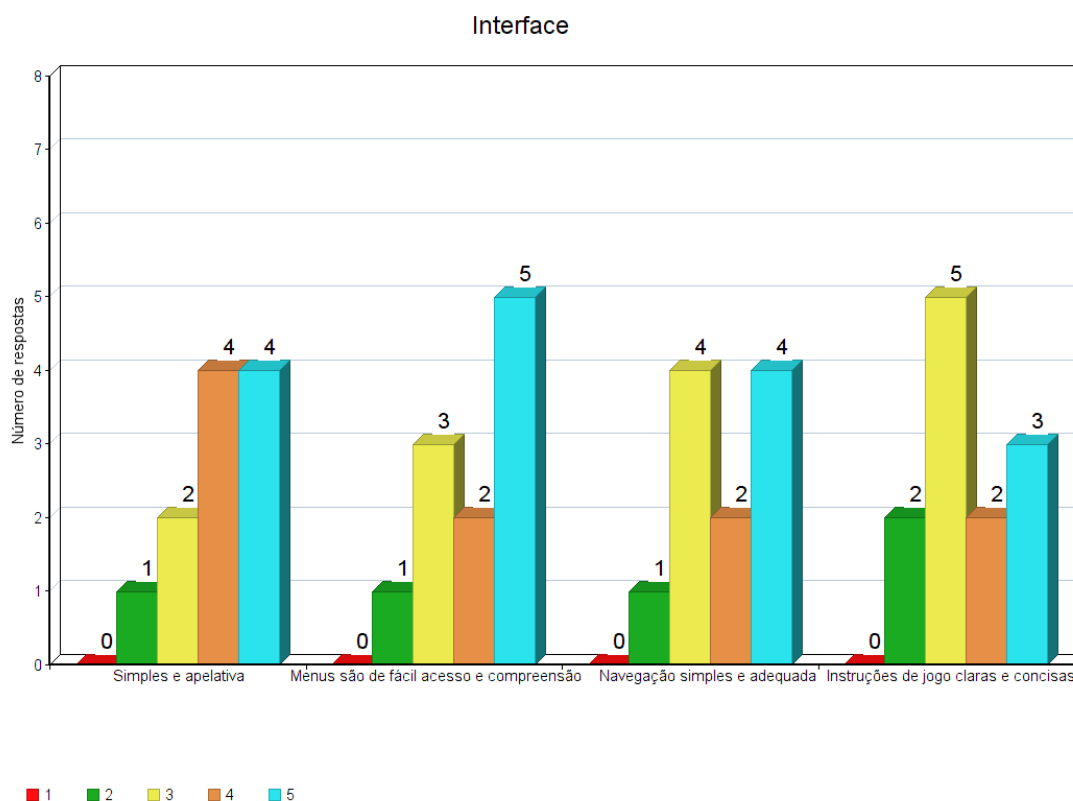


Gráfico 5 - Gráfico de barras para avaliação da interface e dos seus componentes

O Gráfico 5 serve para ajudar na avaliação da interface e seus componentes. Com estes dados conseguimos aferir que 8 pessoas concordam ou concordam plenamente que a interface é simples e apelativa. 7 pessoas consideram os menus de fácil acesso e compreensão e 6 consideram a navegação pelo jogo simples e adequada. Concluindo então que estas características estão bem desenvolvidas e que não necessitam de um melhoramento imediato. Em relação às instruções de jogo serem claras e concisas, apenas 5 pessoas concordaram com esta afirmação, 5 não concordam nem discordam e 2 não concordam com a afirmação. Este facto tem de ser revisto, mas pode ser justificado pela omissão propositada de algumas informações, que foram suprimidas para tornar o jogo um pouco mais difícil e refletivo.

Algumas destas respostas foram utilizadas no preenchimento do QEF, na dimensão ergonómica, dimensão esta que terminou com 77,42%.

### 4.3.3 Desenvolvimento Cognitivo

A parte do desenvolvimento cognitivo é a mais importante e foi umas das fortes razões por se ter escolhido esta população de teste. Aqui iremos analisar se o jogo cumpre com a parte educacional que havia ambicionado.

O jogo possibilita/encoraja ...

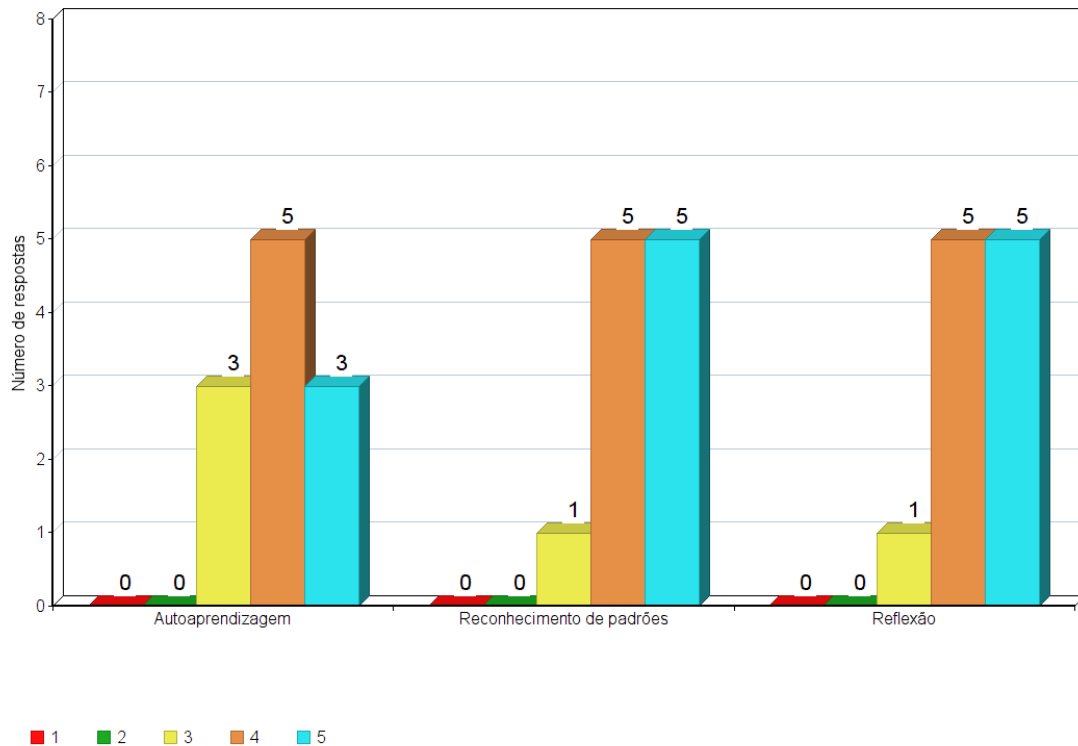


Gráfico 6 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo

Foi questionado aos especialistas se o jogo promovia/encorajava a autoaprendizagem, o reconhecimento de padrões e a reflexão. No Gráfico 6 é possível consultar as respostas e como podemos apurar, 8 pessoas concordam que o Logos: O Caçador de Dragões possibilita a autoaprendizagem. É também possível concluir que 10 especialistas concordam ou concordam plenamente que o jogo permite o reconhecimento de padrões e encoraja a reflexão. Este resultado é bastante importante pois vem ajudar a comprovar a solução e que não são necessários melhoramentos nestes aspetos.

Independentemente do resultado, o jogo possibilita ao jogador reflectir sobre a estratégia utilizada para completar o puzzle?

11 respostas

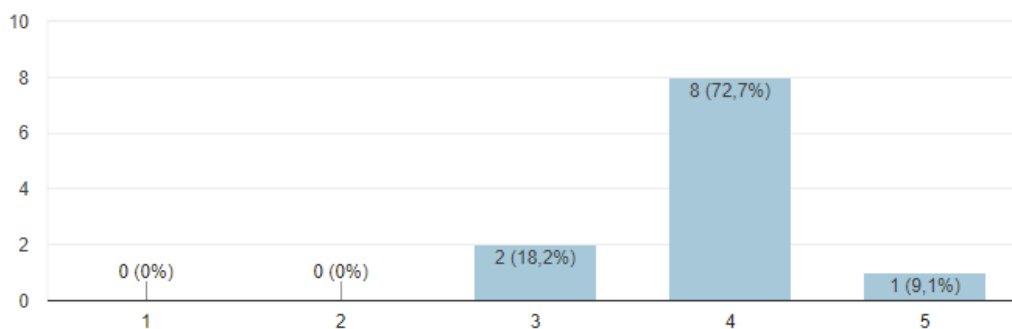


Gráfico 7 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo (parte 2)

O Gráfico 7 remonta às respostas à questão se Logos: O Caçador de Dragões possibilita ao jogador refletir sobre a estratégia utilizada durante o jogo, independentemente do resultado. 9 especialistas concordam que tal acontece e 2 deles não concordam nem discordam. Este resultado é também muito bom e vem ao encontro do documentado anteriormente.

Contexto de aprendizagem

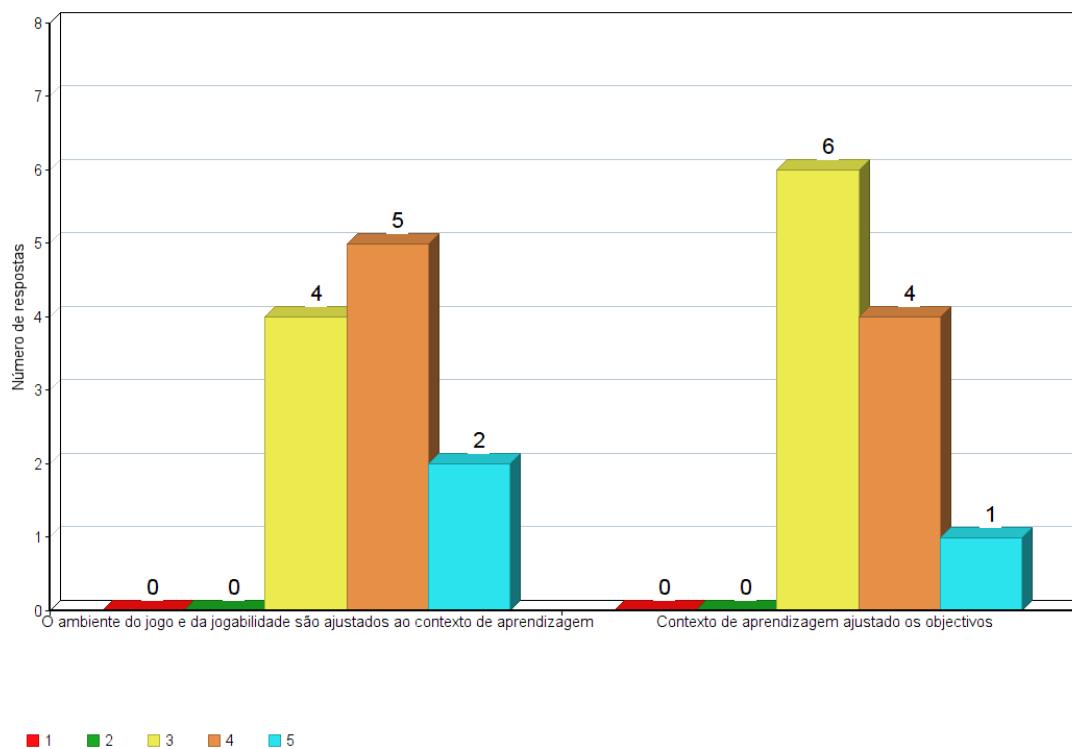


Gráfico 8 - Gráfico de barras para avaliação sobre contexto de aprendizagem

No Gráfico 8, são apresentadas as respostas a questões sobre o contexto de aprendizagem. 7 pessoas concordam ou concordam plenamente que o ambiente do jogo e da jogabilidade são ajustados ao contexto de aprendizagem e 4 não concordam nem discordam. Neste mesmo gráfico é possível verificar que 6 pessoas não concordam nem discordam que o contexto de aprendizagem é ajustado aos objetivos de aprendizagem, 4 concordam e 1 concorda plenamente com a afirmação.

### O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos?

11 respostas

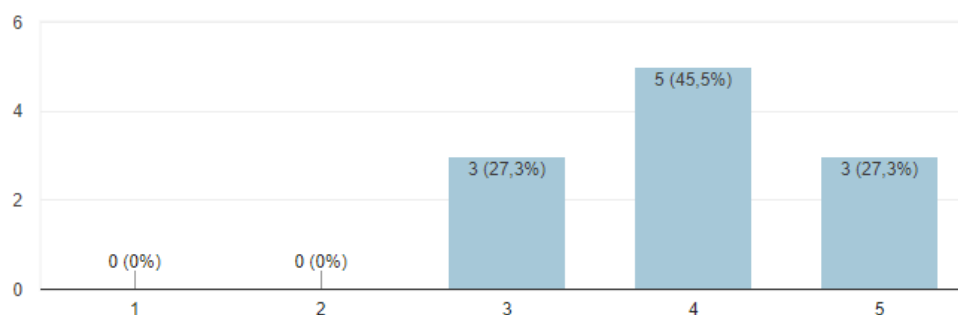


Gráfico 9 - Gráfico de barras para avaliação da parte cognitiva do jogo (parte 3)

Ao consultar o Gráfico 9 é possível concluir que 8 especialistas (72,8%) concordam que o jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o jogador o consiga utilizar noutros contextos, este era também um dos pontos cruciais do jogo e foi cumprido com sucesso.

Por fim, podemos concluir que a solução cumpriu com sucesso uma das suas partes mais importantes. Existem sempre melhoramentos a fazer, no entanto, neste caso e em específico nesta área, aparenta não ser necessário qualquer tipo de mudança.

Foram utilizadas algumas destas respostas para preenchimento do QEF, especificamente na dimensão cognitiva, que ficou com 74,57%.

#### 4.3.4 Feedback

Neste questionário, existiam 3 perguntas dedicadas a *feedback* do público inquirido. Duas destas perguntas eram de resposta fechada e uma delas de repostas aberta (não obrigatória).

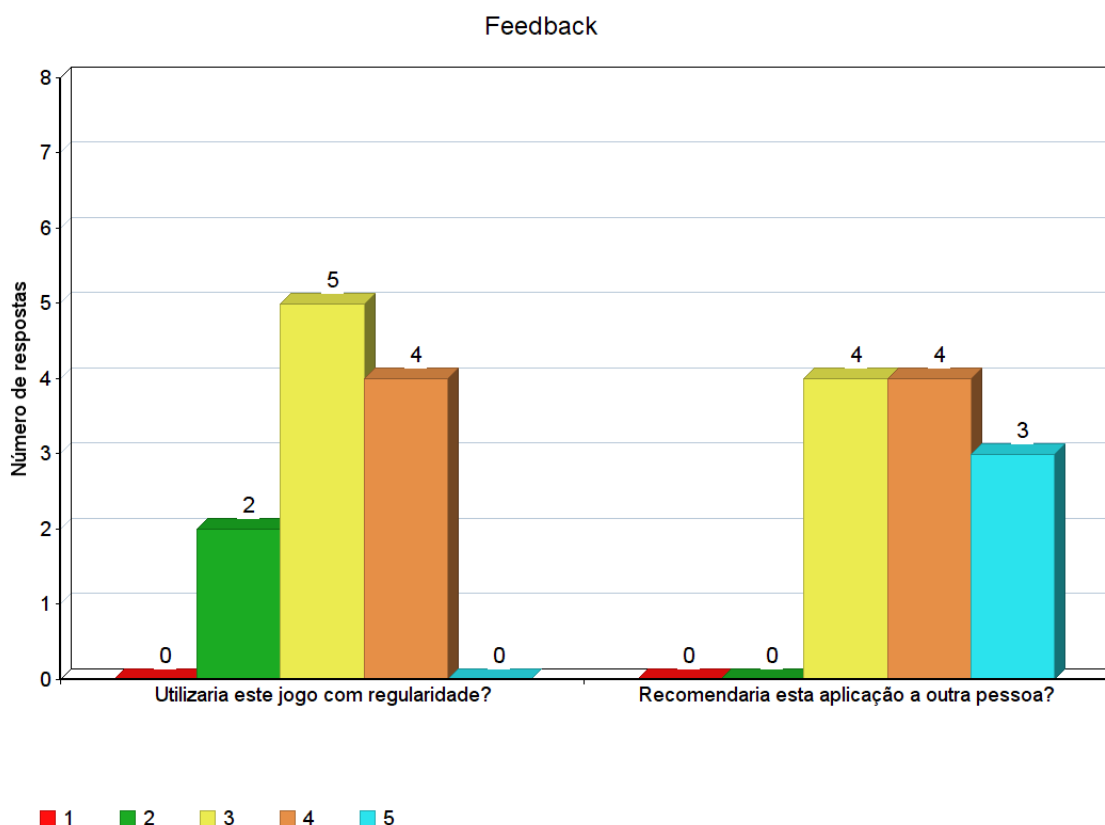


Gráfico 10 - Gráfico de barras sobre o feedback

Presentes no Gráfico 10 estão as respostas a duas questões que foram colocadas no questionário para perceber se o jogo teria cativado os utilizadores. Verificou-se que apenas 4 pessoas concordam que utilizariam este jogo regularmente. Este resultado pode ser explicado pelos questionários terem sido realizados a professores, enquanto que o jogo foi pensado para ser jogado por crianças. No entanto, mais de metade dos inquiridos recomendaria esta aplicação a outra pessoa, pelo que consideram que os seus alunos podem aprender com ela.

Na pergunta de resposta aberta, de sugestões, conseguiu-se 6 respostas o que foi bastante positivo. Uma das opiniões foi que o jogo demorava muito tempo a carregar e que não era fácil passar de nível. A primeira parte justifica-se com o facto de o jogo ter sido implantando numa plataforma *online* gratuita onde a velocidade e acessos são limitados, sendo que o jogo foi apresentado em formato WebGL e foi pensado e desenvolvido para Android e PC (Windows). Quanto à dificuldade, é possível que o jogo se encontre um bocado difícil para as idades do público-alvo, pelo que no futuro faz sentido reduzir a dificuldade ou implementar um sistema de dificuldade dinamicamente ajustável. Um dos inquiridos referiu que o movimento podia ser mais fluído e de facto seria uma boa melhoria a implementar neste projeto. Uma outra sugestão é que os gráficos podem melhorar, os gráficos atuais foram desenvolvidos pelo autor e/ou aproveitados de fontes *open source*, sendo que estes gráficos podem ser bastante melhorados se contratado algum especialista na área de desenho. Há também uma opinião que sugere mais níveis e outra que não utilizaria o jogo com regularidade porque depois de solucionar um nível uma vez deixa de ter piada. Atualmente existem 4 níveis por *dungeon*, contando, portanto, com 16 níveis diferentes, achou-se que para um protótipo eram níveis suficientes, mas para uma versão final estavam pensados mais e diferentes *puzzles*. Caso o jogo tivesse sucesso, estavam

também planeadas atualizações regulares com mais *puzzles*. Por fim, uma das opiniões recebidas refere que o jogo é engraçado e que acredita que o jogo cumpre o objetivo de desenvolver o espírito lógico dos alunos. Esta opinião é bastante gratificante, especialmente vindo de um especialista que convive diariamente com o público-alvo.

## 5 Conclusão

Com o atual avanço tecnológico, os conteúdos digitais estão cada vez mais presentes no quotidiano da população, em particular das gerações mais novas. Existem cada vez mais campanhas de sensibilização e de instrução para a utilização destes conteúdos. No entanto, embora praticamente qualquer pré-adolescente consiga utilizar um dispositivo multimédia (*smartphone, tablet, etc.*), este não sabe como os dispositivos funcionam. Desconhecem o conceito de programação e linguagem computacional, mas o maior problema é a falta de estimulação do raciocínio lógico e dedutivo.

Atualmente, os jogos digitais são dos conteúdos digitais em maior expansão. Os jogos revelaram-se uma forte ferramenta de entretenimento e comunicação, sendo um mecanismo que permite chegar muito mais facilmente às pessoas, especialmente aos mais novos. Os jogos possuem bastantes benefícios, alguns deles muito úteis para a educação, tais como: o seu efeito motivador, a estimulação de capacidades cognitivas e a aprendizagem por “*trial and error*” (tentativa e erro).

Esta tese teve como objetivo juntar os conceitos dos parágrafos anteriores e desenvolver um jogo sério com o intuito de estimular o raciocínio lógico de crianças entre os 11 e 13 anos. Para isto, estudaram-se vários jogos e plataformas já existentes com o mesmo ou idêntico propósito. Foi também feito um estudo sobre as características do público alvo para perceber como os cativar e estimular cognitivamente. Decidiu-se elaborar um jogo sério do tipo *puzzle*, com uma história cativante, de forma a ajudar a manter o jogador motivado. Este jogo teria *puzzles* do estilo *sokoban*, onde o jogador tem de manipular determinados objetos para resolver problemas e de manipulação espacial, onde todos os elementos do *puzzle* são movíveis. A presença das boas práticas de engenharia foram uma constante em todo o trabalho, tal como a utilização do QEF para perceber a evolução e qualidade da solução. No final do projeto, o QEF apresentou uma percentagem de 84%, o que não deixa de ser um bom resultado, existindo ainda espaço para melhorar.

Validou-se esta solução com um questionário a um grupo de professores do ensino básico e secundário, após terem interagido com o jogo. O jogo foi adaptado para *web* e disponibilizado

*online*<sup>8</sup>, tal como os questionários. Os professores responderam a questões que ajudaram a avaliar a parte técnica, de usabilidade e jogabilidade e do desenvolvimento cognitivo.

Em suma, foi um trabalho vantajoso porque conseguiu-se provar que Logos: O Caçador de Dragões consegue contribuir para a estimulação do raciocínio lógico dos jogadores, proporcionando lhes assim uma boa e divertida experiência educativa.

Como trabalho futuro está previsto um melhoramento gráfico do jogo, contando com o melhoramento do personagem, dos cenários, entre outros. O movimento do personagem terá também de ser estudado e melhorado. Pretende-se também tornar os controlos mais explícitos e simples, e implementar um sistema de ajuste dinâmico de dificuldade (DDA), indo de encontro assim a uma das opiniões de que o jogo era muito difícil. A criação de novos e diferentes *puzzles* também está prevista, pois existiram opiniões de que os 16 níveis atuais eram poucos. Tenciona-se também melhorar um pouco a navegação pelo jogo, tornando mais simples e intuitiva.

---

<sup>8</sup> [logos.x10host.com](http://logos.x10host.com)

# Referências

- (B. Woodruff, 1997) B. Woodruff, R., 1997. Customer value: The next source for competitive advantage. *Journal of the Academy of Marketing Science*.
- (Belliveau, et al., 2002) Belliveau, P., Griffin, A. & Somermeyer, S., 2002. Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools and Techniques. Em: *The PDMA ToolBook for New Product Development*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, pp. 5-30.
- (Cherry, 2017) Cherry, K., 2017. *Piaget's Theory: The 4 Stages of Cognitive Development*. [Online]  
Available at: <https://www.verywell.com/piagets-stages-of-cognitive-development-2795457>  
[Acedido em 12 Dezembro 2017].
- (CodeCombat, s.d.) CodeCombat, s.d. *About*. [Online]  
Available at: <https://codecombat.com/about>  
[Acedido em 27 Novembro 2017].
- (Crow, 2014) Crow, D., 2014. *Why every child should learn to code*. [Online]  
Available at:  
<https://www.theguardian.com/technology/2014/feb/07/year-of-code-dan-crow-songkick>  
[Acedido em 6 Novembro 2017].
- (EINOV, 2017) EINOV, 2017. *Pensar o negócio: Modelo Canvas*, s.l.: s.n.
- (Escudeiro & Bidarra, 2008) Escudeiro, P. & Bidarra, J., 2008. Quantitative Evaluation Framework (QEF).. Janeiro.
- (Koen, et al., 2014) Koen, P. A., Bertels, H. M. J. & Kleinschmidt, E., 2014. *Managing the Front End of Innovation—Part I*, s.l.: Research Technology Management.
- (Manatt, 2014) Manatt, S., 2014. *axiom*. [Online]  
Available at: <https://www.axiom.com/blog/game-video-games-maslows-hierarchy-needs-big-data/>  
[Acedido em 8 Junho 2018].
- (Nicola, 2017) Nicola, S., 2017. *Análise De Valor*, s.l.: s.n.

- (Nicola, et al., 2012) Nicola, S., Ferreira, E. P. & Ferreira, J. P., 2012. A novel framework for modeling value for the customer, an essay on negotiation. *International Journal of Information Technology & Decision Making*.
- (Osterwalder & Pigneur, 2003) Osterwalder, A. & Pigneur, Y., 2003. *Modeling value propositions in e-Business*. s.l., ACM International Conference Proceeding Series.
- (Saaty, 1990) Saaty, T. L., 1990. *Decision Making for Leaders*. s.l.:University of Pittsburgh.
- (Salen & Zimmerman, 2003) Salen, K. & Zimmerman, E., 2003. Em: *Rules of Play: Game Design Fundamentals*. s.l.:MIT Press.
- (SapoTek, 2016) SapoTek, 2016. *Mekorama: uma versão "gratuita" do melhor que os puzzles têm para oferecer*. [Online] Available at: <http://tek.sapo.pt/mobile/android/artigos/mekorama-uma-versao-gratuita-do-melhor-que-os-puzzles-tem-para-oferece> [Acedido em 22 Novembro 2017].
- (Sawyer & Peter, 2008) Sawyer, B. & Peter, S., 2008. *Serious Games Taxonomy*. Baltimore, s.n.
- (Scratch, s.d.) Scratch, s.d. *About Scratch*. [Online] Available at: <https://scratch.mit.edu/about> [Acedido em 30 Outubro 2017].
- (Teixeira, 2015) Teixeira, H., 2015. *Teoria do Desenvolvimento Cognitivo de Jean Piaget*. [Online] Available at: <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-do-desenvolvimento-cognitivo-de-jean-piaget/> [Acedido em 12 Dezembro 2017].
- (Woodall, 2003) Woodall, T., 2003. Conceptualising 'Value for the Customer': An Attributional, Structural. *Academy of Marketing Science Review*, Volume 12.
- (Zeithaml, 1988) Zeithaml, V. A., 1988. Consumer Perceptions of Price, Quality, and Value: A Means-End Model and Synthesis of Evidence. *Journal of Marketing*, Volume 52.

## 6 Anexos

### 6.1 Processo de negócio e inovação

O processo de inovação (Belliveau, et al., 2002) passa pelas seguintes três partes: *The front end of innovation* (or “*The fuzzy front end*” (FFE)), *The new product development process* (NPD) e na comercialização, como é possível aferir na Figura 39.

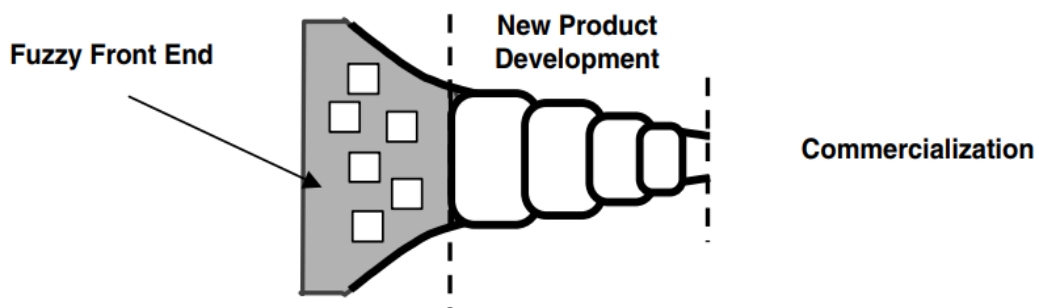


Figura 39- Processo de inovação de um produto (Belliveau, et al., 2002)

A primeira parte, FFE, é normalmente aceita como um processo de três fases sequenciais. A primeira dedicada ao trabalho inicial, onde se descobre novas oportunidades. Na segunda fase são realizadas rápidas e fáceis avaliações de *marketing*. Por fim, na fase final, é elaborado um detalhado caso de negócio. Esta primeira parte é uma componente crucial no processo de inovação, sendo que, decisões aqui tomadas irão afetar em grande parte as seguintes fases de desenvolvimento e comercialização. (Koen, et al., 2014)

Com o intuito de tornar de o FFE mais claro e abrangente, foi desenvolvida uma *framework* chamada de *New Concept Development* (NCD). Este modelo pode ser dividido em três partes:

- A parte central, o motor (*engine*), é a liderança, cultura e estratégia da organização, que orienta os cinco elementos chaves controláveis pela organização;

- A parte interna define os cinco elementos controláveis do FFE (identificação de oportunidades, análise de oportunidades, geração e enriquecimento de ideias, seleção de ideias e definição de conceito).
- A parte exterior consiste em fatores externos ou do ambiente, que influenciam o *engine* e que moldam os cinco elementos de atividade. Nestes estão incluídas as capacidades organizacionais da organização, fatores do mundo exterior (por exemplo: canais de distribuição, leis, tendências dos clientes e mundiais, entre outros) e o desenvolvimento científico (interno ou externo).

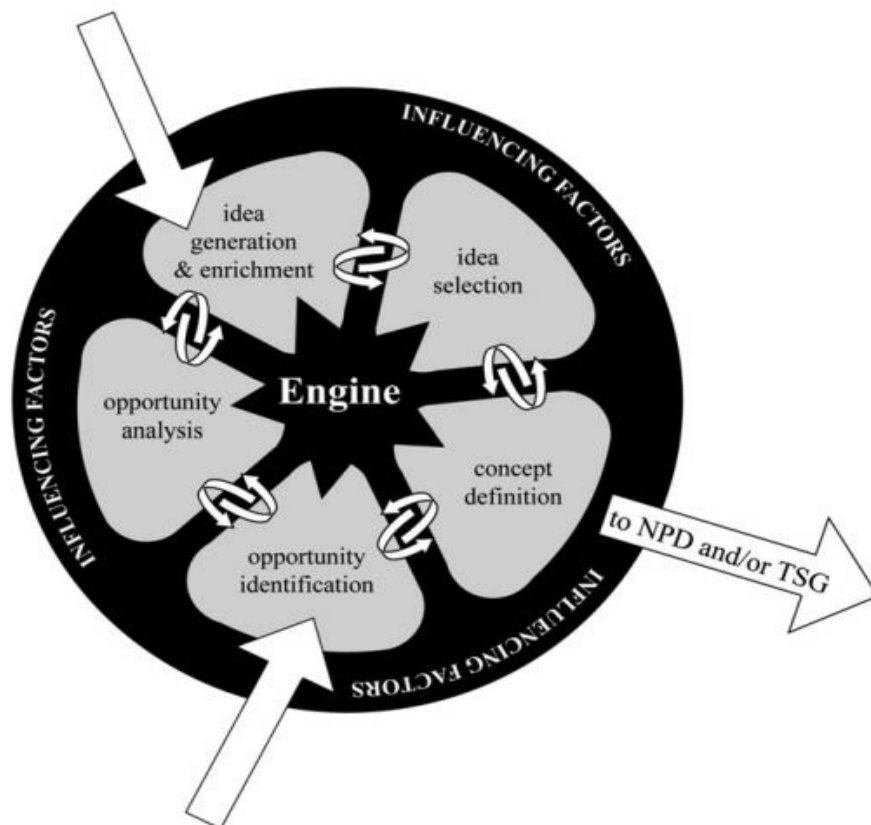


Figura 40- Modelo NCD (Koen, et al., 2014)

O modelo é circular para indicar que as ideias fluem, circulam pelos cinco elementos, como ilustrado na Figura 40, com as setas entre os elementos. As duas setas que apontam para o modelo (Figura 40) representam possíveis pontos de partida de um projeto e indicam que podem começar na identificação da ideia ou na geração e enriquecimento da ideia. Os projetos deixam esta fase quando entram no NPD ou no *Technology Stage-Gate* (TSG). (Belliveau, et al., 2002; Koen, et al., 2014)

De seguida, são explicitados os cinco elementos do NCD:

- **Identificação de oportunidades** – A tecnologia encontra-se numa tremenda evolução e cada vez mais está presente no quotidiano de todo o mundo. No entanto, embora que as gerações mais novas já possuam bastante facilidade a utiliza-la, a capacidade de a perceber, de perceber os seus mecanismos, a sua língua, esta um pouco estagnada.

- **Análise de oportunidades** – Verificou-se e analisou-se as oportunidades e chegou-se à conclusão que se podia desenvolver algum tipo de aplicação multimédia que ajudasse a estimular o pensamento lógico/computacional.
- **Geração e enriquecimento de ideias** – é neste elemento onde se transforma a oportunidade em ideias de produtos. As ideias nesta fase são sugeridas, destruídas, remodeladas, atualizadas, fundidas, até se chegar a soluções que cumprem as necessidades do cliente. Nesta fase, surgiram três ideias: o desenvolvimento de um jogo sério focado no ensino de programação, uma aplicação multimédia de incentivo à programação e um jogo sério dedicado ao desenvolvimento do pensamento lógico e computacional.
- **Seleção de ideias** – Nesta fase ocorre a seleção da ideia que mais se cumpre com as necessidades, tendo em conta variáveis como risco tecnológico, níveis de investimento e análise competitiva. Neste projeto, foi utilizado o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para auxiliar a seleção da ideia. A ideia escolhida, seguindo os critérios da Motivação, Inovação e Eficácia, foi a de desenvolvimento de um jogo sério com o objetivo de estimular o pensamento lógico e computacional.
- **Definição de conceito** – este é o elemento final e aqui são definidos todos os passos necessários para que a solução tenha sucesso, sendo também desenvolvido o plano de negócios. Esta fase prima pela análise de estimativas do potencial mercado, das necessidades do cliente, do investimento, da avaliação dos concorrentes. Neste caso, foi decidido que a melhor solução seria o desenvolvimento de um jogo sério, para dispositivos móveis, dedicado a crianças a partir dos 11/12 anos de idade, com o objetivo de estimular o pensamento lógico e computacional. Este jogo seria um jogo de puzzles lógicos, onde o jogador enfrentará diferentes quebra-cabeças, que quando resolvidos, permitirão ao jogador avançar na narrativa.

## 6.2 Valor para o cliente

Antes de se enunciar a proposta de valor deste projeto, será explicado o que se entende como “valor”, “valor para o cliente” e o “valor percebido”. Valor é definido como necessidade, interesse, desejo, atitudes, preferências. (Nicola, et al., 2012) O conceito de valor para o cliente pode ser diferente de cliente para cliente, pois cada um utiliza o produto/serviço para satisfazer os seus objetivos, as suas necessidades e a sua experiência da interação com o produto/serviço é o que vai ditar o seu valor. (B. Woodruff, 1997) Já o valor percebido, pode-se assumir que é a avaliação da utilidade de um produto, baseado nas suas perceções do que é recebido e do que é “dado”, como se de um rácio entre benefícios e sacrifícios se tratasse. (Zeithaml, 1988)

Woodall (Woodall, 2003) divide o valor em 4 estados: Pré-compra, Durante a Compra, Após a Compra e Depois de Uso. Para cada uma destas fases existem benefícios e sacrifícios e para os enumerar é apresentada a seguinte proposta longitudinal de valor, em forma de tabela (Tabela 7). Num estado de pré-compra, os benefícios para o cliente estão na estimulação do raciocínio lógico/computacional, no eventual despoletar da curiosidade pela programação e no possível tempo bem passado em diversão. Na compra, os benefícios são um divertido passatempo educativo e como sacrifício podemos associar o custo de aquisição do produto. Após a compra

como sacrifício identifica-se a habituação aos controlos do jogo e como benefício os momentos de diversão oferecidos pelo produto. Por fim, no estado Depois de Uso, estima-se que o cliente esteja satisfeito com o produto, que melhore o seu raciocínio lógico/computacional, que desponte alguma curiosidade pela programação e que acima de tudo se divirta.

Tabela 7- Perspetiva longitudinal de valor

	<b>Benefícios</b>	<b>Sacrifícios</b>
<b>Antes da compra</b>	Divertimento Possível curiosidade pela programação	
<b>Durante a compra</b>	Divertido passatempo	Custo do produto
<b>Após a Compra</b>	Melhoria de raciocínio lógico Divertimento Despontar curiosidade pela programação/ pensamento computacional	Adaptação aos controlos
<b>Depois de Uso</b>	Satisfação com o produto Melhoria do raciocínio lógico Divertimento Despoletar de curiosidade pela programação	

### 6.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP (Método de análise hierárquica) é um método de multicritério de apoio à tomada de decisão, desenvolvido por Tomas L.Saaty e é o método de apoio à tomada de decisão mais utilizado. Este método permite o uso de critério qualitativos e também quantitativos e a sua ideia principal é, como o nome indica, a divisão do problema de decisão, em níveis hierárquicos, facilitando assim a sua compreensão e avaliação. Na resolução de problemas por análise lógica, é possível identificar três princípios comuns: a construção de hierarquias, a definição de prioridades e a consistência lógica. Estes princípios enquadram-se no AHP da seguinte forma (Saaty, 1990):

- **Construção de hierarquias** – No AHP, o problema é estruturado hierarquicamente, facilitando assim a sua compreensão e avaliação. Para a aplicação desta metodologia, é crucial que tanto o problema como os critérios se encontrem organizados hierarquicamente. (Saaty, 1990)

- **Definição de prioridades** – A definição de prioridades é crucial para a rápida e assertiva resolução de um problema. O AHP não é exceção e é necessário definir as prioridades dos critérios entre eles. (Saaty, 1990)
- **Consistência lógica** – A habilidade dos humanos estabelecerem relações sempre existiu e é importantíssima para uma eficaz resolução de problemas. No entanto, para isso, estas relações têm de se mostrar consistentes, especialmente na definição de prioridades entre os critérios. (Saaty, 1990)

Esta metodologia foi aplicada neste projeto, mais especificamente na fase de escolha da oportunidade onde era necessário escolher a ideia a seguir entre três possíveis. As ideias eram:

- **Ideia A**- Um jogo sério focado no ensino da programação;
- **Ideia B** - Uma aplicação multimédia de incentivo à programação;
- **Ideia C** - Um jogo sério dedicado à estimulação do raciocínio lógico e computacional.

A ideia que foi levada a avante foi a última (C) e aqui será descrito todo o processo que levou a esta decisão. Para uma melhor explicação do método e da sua implementação, resolveu-se dividir a sua explicação pelas suas 7 fases, começando pela primeira, dedicada à construção da árvore hierárquica de decisão. (Nicola, 2017)

### **6.3.1 Fase 1 (Construção da árvore hierárquica de decisão)**

A primeira fase, como já referido em cima, é dedicada à construção da árvore hierárquica de decisão. Aqui decompõe-se o problema e define-se os objetivos, critérios e alternativas. Para este projeto, o objetivo seria decidir qual ideia a seguir, os critérios definidos foram a motivação por parte do utilizador, a inovação da solução e a eficácia da solução. As alternativas seriam as três referidas anteriormente, como ilustrado no diagrama abaixo (Figura 41).

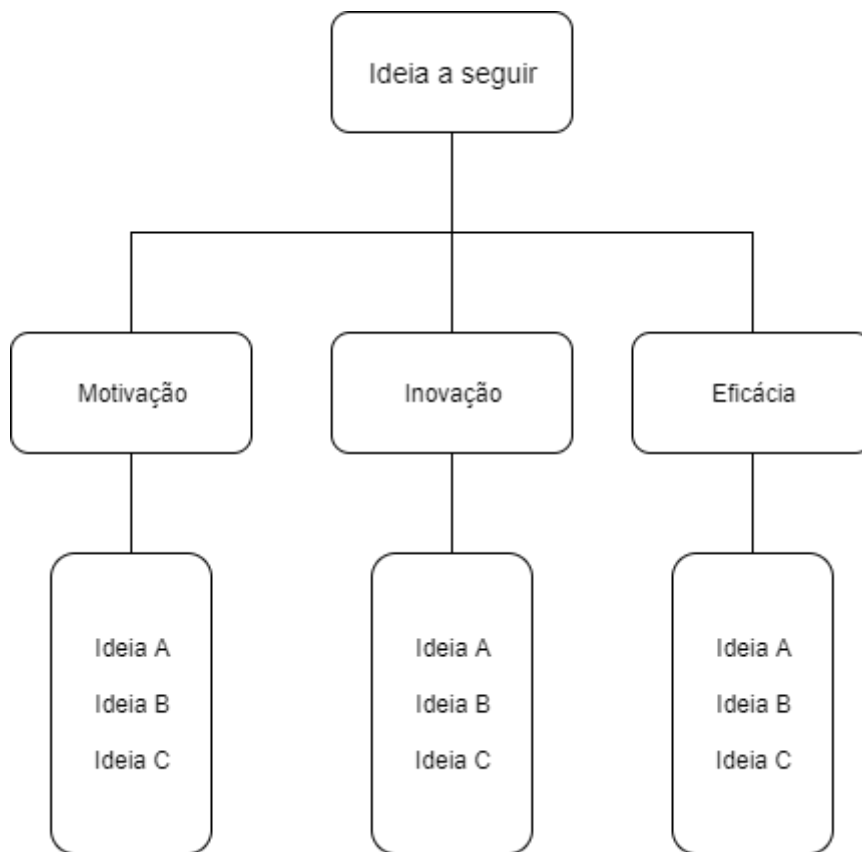


Figura 41- Diagrama de alternativas (AHP)

### 6.3.2 Fase 2 (Comparação das alternativas e critérios)

É nesta fase onde são estabelecidas prioridades entre todos critérios, formando uma matriz de comparação. As prioridades entre os critérios seguem a escala fundamental (Tabela 8), escala que Saaty definiu, com um limite de nove fatores, que ajuda assim, a manter a matriz consistente.

Tabela 8- Escala Fundamental (Níveis de importância de comparação)

Nível de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Fraca importância	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Muito forte importância	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza.
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Para este problema específico e para os seus critérios, foi definida a seguinte matriz (Tabela 9):

Tabela 9- Matriz de comparação de critérios (AHP)

	Motivação	Inovação	Eficácia
Motivação	1	2	2
Inovação	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$
Eficácia	$\frac{1}{2}$	2	1

### 6.3.3 Fase 3 (Prioridade relativa de cada critério)

Esta fase é dedicada a obtenção da prioridade relativa de cada critério, para isto começa-se por normalizar os valores da matriz de comparações (Tabela 9). Normalizar estes valores, implica dividir cada valor da matriz pelo total da sua respetiva coluna (Tabela 10, Tabela 11). (Nicola, 2017)

Tabela 10 - Soma de cada coluna da matriz de comparações

	Motivação	Inovação	Eficácia
<b>Soma</b>	2	5	$\frac{7}{2}$

Tabela 11 - Matriz de comparação normalizada

	Motivação	Inovação	Eficácia
<b>Motivação</b>	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{4}{7}$
<b>Inovação</b>	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{7}$
<b>Eficácia</b>	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{7}$

Após se obter a matriz normalizada, procede-se à obtenção do vetor de prioridades, que tem como objetivo verificar a ordem de importância de cada critério. Para isso, é calculada a média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada. Estes resultados podem ser consultados na Tabela 12.

Tabela 12-Prioridade Relativa de cada critério (Vetor próprio)

	Prioridade Relativa
<b>Motivação</b>	0,49
<b>Inovação</b>	0,19
<b>Eficácia</b>	0,31

Destes resultados é possível aferir que o critério da Motivação possui uma maior prioridade, seguido da Eficácia e da Inovação, em segundo e em terceiro lugar, respetivamente.

#### 6.3.4 Fase 4 (Avaliar a consistência das prioridades relativas)

A seguinte etapa é dedicada à avaliação da consistência das prioridades relativas, acima calculadas. Para isto, é necessário calcular a razão de consistência (RC) e caso esta resulte num valor inferior a 0.1, significa que os valores são confiáveis. Para calcular a RC, é necessário o Índice de consistência (IC) e o índice aleatório (IR), como demonstra a equação abaixo.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1)$$

O IC é obtido através da seguinte equação:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

, onde  $n$  corresponde ao número de critérios e o  $\lambda_{\max}$  representa o maior valor próprio da matriz. Este valor pode ser obtido a partir da aplicação da equação:

$$Ax = \lambda_{\max} x \quad (3)$$

, onde  $A$  é a matriz de comparação dos critérios e  $x$  o vetor próprio. Neste caso específico o valor de  $\lambda_{\max}$  foi 3.06. Com este valor, torna-se possível calcular o IC que teve como resultado 0.03. Por fim, para calcular o RC, é necessário o IR, que é retirado da Tabela 13, mais especificamente da coluna 3, pois estamos perante uma matriz de ordem 3.

Tabela 13 - Valores de IR para matrizes quadradas de ordem  $n$  (Nicola, 2017)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57

Após a obtenção destes valores, torna-se, por fim, possível o cálculo do RC que resultou em 0.05, valor inferior a 0.1, o que nos indica que os valores das prioridades relativas são consistentes.

#### 6.3.5 Fase 5 (Construção da matriz de comparação para cada critério, considerando cada uma das alternativas)

Nesta fase são construídas matrizes de comparação entre as alternativas, para cada um dos critérios. Em suma, repete-se as fases 2 e 3, mas aqui focado nas alternativas e na importância entre elas em cada um dos critérios. Visto os cálculos serem idênticos, apenas serão

apresentadas as matrizes de comparação, as mesmas normalizadas e os vetores próprios (prioridade relativa).

A primeira esta foi a definição da matriz de comparação entre as alternativas, para o critério da motivação, e a soma destes valores, como demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de motivação

	A	B	C
A	1	2	$\frac{1}{2}$
B	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{4}$
C	2	4	1
Soma	$\frac{7}{2}$	7	$\frac{7}{4}$

O próximo passo foi normalizar esta matriz para logo de seguida calcular o vetor próprio (Tabela 15).

Tabela 15- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de motivação normalizada e vetor próprio

	A	B	C	Vetor próprio
A	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{7}$	0.29
B	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	0.14
C	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{7}$	0.57

Repetiu-se os mesmos passos para o critério da inovação (Tabela 15 e Tabela 16).

Tabela 16- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de inovação

	A	B	C
A	1	1	$\frac{1}{2}$
B	1	1	$\frac{1}{2}$
C	2	2	1
Soma	4	4	2

Tabela 17- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de inovação normalizada e vetor próprio

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor próprio</b>
<b>A</b>	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0.25
<b>B</b>	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	0.25
<b>C</b>	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0.50

De seguida, seguiu-se o mesmo processo para o critério da eficácia (Tabela 18 e Tabela 19).

Tabela 18- Matriz de comparação entre alternativas sobre critério de eficácia

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b>A</b>	1	2	$\frac{1}{2}$
<b>B</b>	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{2}$
<b>C</b>	2	2	1
<b>Soma</b>	$\frac{7}{2}$	5	2

Tabela 19- Matriz de comparação entre alternativas sobre o critério de eficácia normalizada e vetor próprio

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Vetor próprio</b>
<b>A</b>	$\frac{2}{7}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{4}$	0.31
<b>B</b>	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	0.20
<b>C</b>	$\frac{4}{7}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{2}$	0.49

Por fim, elaborou-se um diagrama (Figura 42), sintetizando toda a informação conseguida nesta fase para facilitar o desenrolar da próxima fase.

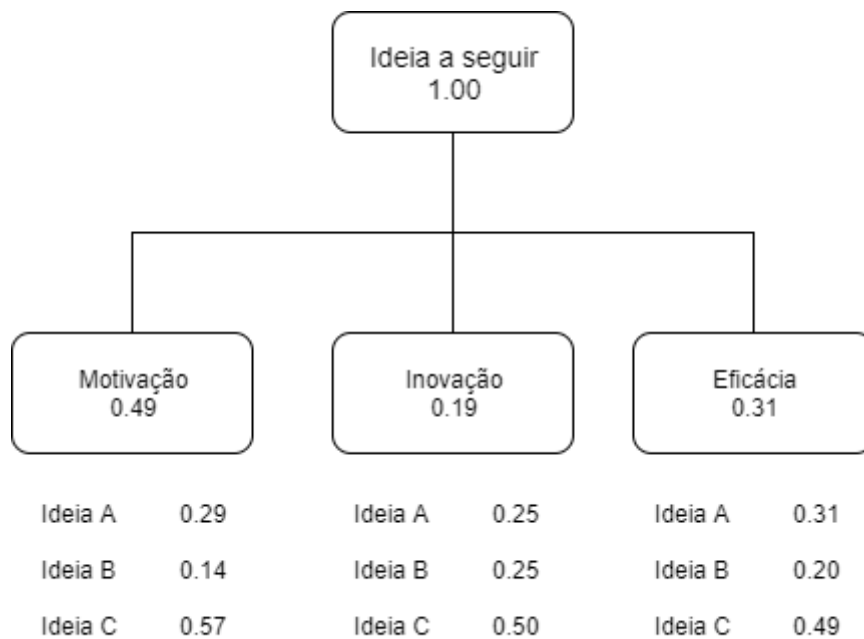


Figura 42- Diagrama de comparação de prioridades relativas de cada critério e alternativa

### 6.3.6 Fase 6 (Obter a prioridade composta para as alternativas)

Esta é a última etapa antes da escolha da alternativa e aqui serão calculadas as suas prioridades compostas. Estes valores são obtidos a partir da multiplicação da matriz de prioridades, obtida na fase anterior, e o vetor próprio obtido na terceira fase (Tabela 12), como demonstrado abaixo.

$$\begin{bmatrix} 0.29 & 0.25 & 0.31 \\ 0.14 & 0.25 & 0.20 \\ 0.57 & 0.50 & 0.49 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.49 \\ 0.19 \\ 0.31 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.29 \\ 0.18 \\ 0.53 \end{bmatrix}$$

### 6.3.7 Fase 7 (Escolha da alternativa)

Como se pode concluir da fase anterior, de acordo com os critérios definidos e das suas respetivas importâncias, a opção que parece ser a mais indicada é a C, com o valor de 0.53.

## 6.4 Diagrama de classes

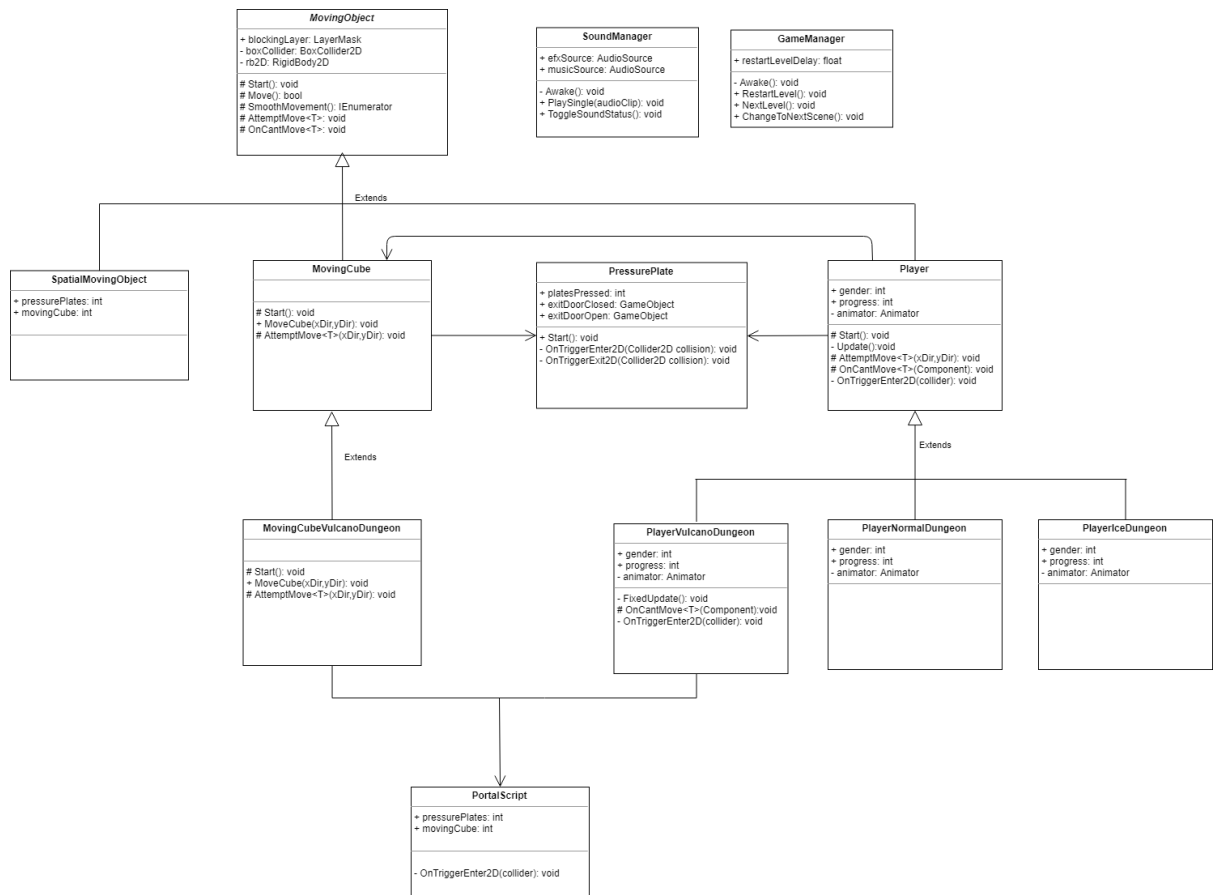


Figura 43 - Diagrama de classes (Completo)

## 6.5 QEF

Tabela 20 - Quantitative Evaluation Framework (QEF)

q	D	qi	Dimension	Qi	p <sub>ij</sub> (peso do Factor <i>j</i> na Dim <i>i</i> ) [0,1]	Factor	pr <sub>jk</sub> (peso do Requisito <i>k</i> no Factor <i>j</i> ) {2, 4, 6, 8, 10}	Requirements	pc <sub>k</sub> % de cumprimento do Requisito <i>k</i> ) [0,100]
84%	0,37	74,5714286	Cognitiva	64,28571429	0,60	Aprendizagem	10	O contexto de aprendizagem é orientado pela taxonomia de Bloom	100
							10	O contexto de aprendizagem é	50

							apropriado ao tipo de jogo e à sua jogabilidade				
							10	O contexto de aprendizagem remete efetivamente aos objetivos de aprendizagem	25		
							10	O jogo promove autoaprendizagem	50		
							10	O jogo pode ser integrado em diferentes metodologias pedagógicas	100		
							10	O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos	50		
							10	O jogo permite o reconhecimento de padrões	75		
						90	0,40	<u>Avaliação</u>			
							10	Existem atividades que permitem a avaliação do conhecimento adquirido	100		
							10	O jogo promove autoavaliação	75		
							10	A aprendizagem com o utilizador está relacionada com o progresso no jogo	100		
							10	O jogo desenvolve no utilizador a habilidade de avaliar criticamente e produzir novo conhecimento	75		
							10	Cada jogador pode consultar o seu progresso (score)	100		
						77,421875	<b>Ergonómica</b>	72,91666667	0,45	<u>Usabilidade</u>	
							10	A interface gráfica apresentada ao utilizador contribui para motivar o jogador	50		
							10	As instruções do jogo são claras, precisas e concisas	25		
							10	O utilizador consegue facilmente iniciar e sair do jogo	100		
							10	O jogador consegue utilizar o jogo sem ler o manual	100		
							10	As metáforas e símbolos do jogo são apropriados e consistentes	100		
							10	Existe um botão de ajuda	0		
							10	A navegação pelo jogo é consistente e é realizada facilmente	50		
							10	O conteúdo do jogo não contém erros gramaticais ou sintáticos	100		
							10	O jogo é multiplataforma	50		

					10	As cores utilizadas são consistentes ao longo do jogo	100
					10	É fornecido feedback visual e auditivo para ações relevantes do jogador	100
					10	O jogador recebe feedback pelas suas ações	100
					10	O utilizador controla as ações do jogo	100
					10	Os controlos do jogo são intuitivos	50
					10	O uso de áudio melhora a jogabilidade	75
					10	Gráficos e imagens melhoram a jogabilidade	50
					10	O jogo é divertido de jogar	50
					10	O principal objetivo do jogo é apresentado no início do jogo	100
					10	A história é interessante	50
					10	A linha da história é linear e concisa	100
					10	O jogador descobre mais acerca da história consoante o seu progresso no jogo	100
					10	O jogo é desafiante	50
					10	O jogador sente que o resultado dos seus esforços/ações são justos	100
					10	A dificuldade do jogo é adequada	100
					10	Existem várias formas de passar o jogo (puzzles)	100
					10	Os personagens do jogo comportam-se como o jogador espera	100
					10	O jogador tem o controlo e consegue utilizar táticas e estratégias	100
					10	Os menus do jogo são de fácil acesso	50
					10	O jogo está disponível em diferentes idiomas	50
					10	A linguagem do jogo é adequada ao público alvo	100
					10	O jogo não apresenta conteúdo ofensivo nem estereótipos em termos de género, raça, religião e diversidade cultural	100
					10	O jogo não inclui conteúdo que incite a violência	100
			79,6875	0,45	<u>Jogabilidade</u>		
			87,5	0,10	<u>Sociocultural</u>		
85	Técnica	75	0,60	<u>Funcionalidade</u>			
					10	O utilizador tem acesso ao menu principal	100
					10	O utilizador consegue começar um novo jogo	75

						10	O utilizador consegue continuar o jogo	50
						10	O utilizador consegue consultar a história do jogo	50
						10	O utilizador pode escolher qual grupo de puzzles quer resolver	100
						10	O jogador pode desligar ou ligar o som	100
						10	O jogador consegue escolher a sua personagem (baseado no género)	0
						10	O jogador consegue mover os objetos móveis do puzzle	100
						10	O jogador consegue mover a sua personagem	100
			100	0,40	<u>Suporte</u>	10	O jogo é estável e executa sistematicamente sem falhas	100
						10	A instalação é fácil para o público alvo	100
						10	Os dados do utilizador são assegurados em caso de falha no sistema	100
						10	Procedimentos de segurança e antipirataria estão incluídos	100
						10	Existe um ponto de entrada claro e simples para o jogo	100
						10	O jogo pode ser atualizado facilmente	100

Tabela 21 - QEF - Métrica de avaliação - Cognitiva

<b>Dimension</b>	Cognitiva
<b>Factor</b>	Aprendizagem, Avaliação

Requirement	Metric Evaluation	Wfk - Fullfilment (%)				
		0	25	50	75	100
O contexto de aprendizagem é orientado pela	O contexto de aprendizagem respeita os seis princípios da taxonomia da Bloom.	Não.	Apenas um princípio é respeitado	Apenas três princípios são	Apenas cinco princípios são	Todos os princípios são respeitados.

taxonomia de Bloom				respeitados.	respeitados.	
O contexto de aprendizagem é apropriado ao tipo de jogo e à sua jogabilidade	Resposta no questionário à questão: "O ambiente de jogo e a jogabilidade são ajustados ao contexto de aprendizagem?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O contexto de aprendizagem remete efetivamente aos objetivos de aprendizagem	Resposta no questionário à questão: "O contexto de aprendizagem remete efetivamente aos objetivos de aprendizagem?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O jogo promove autoaprendizagem	Resposta no questionário à questão: "Os jogadores conseguem chegar a conclusões por conta própria enquanto jogam o jogo?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O jogo pode ser integrado em diferentes metodologias pedagógicas	O jogo é passível de integração em diferentes metodologias de carácter pedagógico.	Não.	-	-	-	Sim.
O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos	Resposta no questionário à questão: "O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O jogo permite o reconhecimento de padrões	Resposta no questionário à questão: "O jogo permite o reconhecimento de padrões?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
Existem atividades que permitem a avaliação do conhecimento adquirido	Os jogadores são capazes de testar os conhecimentos aprendidos no jogo.	Não.	25% dos objetivos de aprendizagem são possíveis de ser	50% dos objetivos de aprendizagem são possíveis de ser	75% dos objetivos de aprendizagem são possíveis de ser	Sim.

			testados no jogo.	testados no jogo.	testados no jogo.	
O jogo promove autoavaliação	Resposta no questionário à questão: "O jogo encoraja a reflexão?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
A aprendizagem com o utilizador está relacionada com o progresso no jogo	Quanto mais o utilizador aprender, mais longe progride no jogo.	Não.	-	-	-	Sim.
O jogo desenvolve no utilizador a habilidade de avaliar criticamente e produzir novo conhecimento	Resposta no questionário à questão: "Independentemente e do resultado, o jogo possibilita ao jogador refletir sobre a estratégia utilizada para completar o puzzle?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
Cada jogador pode consultar o seu progresso (score)	Os jogadores conseguem consultar o seu progresso.	Não.	-	-	-	Sim.

Tabela 22 - QEF - Métrica de avaliação - Ergonómica

<b>Dimension</b>	Ergonómica
<b>Factor</b>	Usabilidade, Jogabilidade, Sociocultural

Requirement	Metric Evaluation	Wfk - Fullfilment (%)				
		0	25	50	75	100
A interface gráfica apresentada ao utilizador contribui para	Resposta no questionário à questão: "Consideras a interface deste	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.

motivar o jogador	jogo simples e apelativa?"					
As instruções do jogo são claras, precisas e concisas	Resposta no questionário à questão: "As instruções do jogo são claras e concisas?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O utilizador consegue facilmente iniciar e sair do jogo	O utilizador consegue iniciar e sair do jogo com poucas ações.	São necessárias bastantes ações para iniciar e sair do jogo.	-	São necessárias bastantes ações para iniciar ou sair do jogo.	-	São necessárias poucas ações para iniciar e sair do jogo.
O jogador consegue utilizar o jogo sem ler o manual	As ferramentas de navegação do jogo devem ser adequadas às suas funções.	Não.	-	Apenas metade das ferramentas de navegação.		Sim.
As metáforas e símbolos do jogo são apropriados e consistentes	As metáforas e os símbolos do jogo estão em linha com a narrativa do jogo.	Não.	-	-	-	Sim.
Existe um botão de ajuda	O jogo tem um botão de ajuda.	Não existe botão de ajuda.	-	-	-	Existe botão de ajuda.
A navegação pelo jogo é consistente e é realizada facilmente	Resposta no questionário à questão: "Consideras a navegação pelo jogo simples e adequada"?	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O conteúdo do jogo não contém erros gramaticais ou sintáticos	O conteúdo do jogo não tem erros.	O conteúdo do jogo tem erros.	-	-	-	O conteúdo do jogo não tem erros.
O jogo é multiplataforma	O jogo está disponível para PC, Android, MAC e iOS.	Não.	O jogo apenas está disponível em uma plataforma.	O jogo apenas está disponível em duas plataformas.	O jogo apenas está disponível em três plataformas.	O jogo está disponível em todas as plataformas.
As cores utilizadas são consistentes ao longo do jogo	Em nenhum ponto do jogo, as cores devem alterar-se automaticamente	Não.	-	-	-	Sim.

É fornecido feedback visual e auditivo para ações relevantes do jogador	Todas as ações relevantes realizadas pelo utilizador devem ser seguidas por um feedback auditivo e visual.	Não.	Apenas 25% das ações apresentam feedback.	Apenas 50% das ações apresentam feedback.	Apenas 75% das ações apresentam feedback.	Sim.
O jogador recebe feedback pelas suas ações	Todas as ações do jogador têm um resultado.	Não.	-	-	-	Sim.
O utilizador controla as ações do jogo	O jogador está sempre em controlo do que quer fazer.	Não.	-	-	-	Sim.
Os controlos do jogo são intuitivos	Resposta no questionário à questão: "Consideras os controlos de jogo fáceis de entender?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O uso de áudio melhora a jogabilidade	Resposta no questionário à questão: "Achas que o uso do áudio melhora a jogabilidade?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
Gráficos e imagens melhoram a jogabilidade	Resposta no questionário à questão: "Achas que os gráficos do jogo melhoram a jogabilidade?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O jogo é divertido de jogar	Resposta no questionário à questão: "Achas que este jogo é divertido?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O principal objetivo do jogo é apresentado no início do jogo	O objetivo do jogo é explicado claramente e cedo no jogo.	Não.	-	O objetivo é explicado, mas de forma pouco explícita.	-	Sim.
A história é interessante	Resposta no questionário à questão: "Consideras a	0%-24% dos questionários com	25%-49% dos questionários com	50%-74% dos questionários com	75%-94% dos questionários com	94%+ dos questionários com feedback positivo.

	história do jogo interessante?"	feedback positivo.	feedback positivo.	feedback positivo.	feedback positivo.	
A linha da história é linear e concisa	A história é coerente e progride logicamente.	Não.	-	-	-	Sim.
O jogador descobre mais acerca da história consoante o seu progresso no jogo	É possível descobrir mais acerca da história quanto mais se avança no jogo.	Não.	-	-	-	Sim.
O jogo é desafiante	Resposta no questionário à questão: "Consideras o jogo desafiante?"	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O jogador sente que o resultado dos seus esforços/ações são justos	O jogo deve ser balanceado.	Não.	-	-	-	Sim.
A dificuldade do jogo é adequada	Tendo em conta a idade do público alvo, a dificuldade do jogo é adequada.	Não	-	-	-	Sim.
Existem várias formas de passar o jogo (puzzles)	Cada puzzle tem mais de uma solução.	Não.	-	-	-	Sim.
Os personagens do jogo comportam-se como o jogador espera	Cada objeto do jogo comporta-se como suposto, baseado nos seus atributos.	Não.	Apenas 25% dos objetos comportam-se como suposto.	Apenas 50% dos objetos comportam-se como suposto.	Apenas 75% dos objetos comportam-se como suposto.	Todos os objetos comportam-se como suposto.
O jogador tem o controlo e consegue utilizar táticas e estratégias	As decisões do jogador em cada nível, influenciam a solução do próprio.	Não.	-	-	-	Sim.
Os menus do jogo são de fácil acesso e compreensão	Resposta no questionário à questão: "Consideras os menus de jogo de	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.

	fácil acesso e compreensão?"					
O jogo está disponível em diferentes idiomas	O conteúdo do jogo deve estar disponível em Português e Inglês.	-	-	Só disponível em um dos idiomas.	-	Disponível em ambos os idiomas.
A linguagem do jogo é adequada ao público alvo	As palavras e termos utilizados são adequados ao público alvo.	Não.	-	-	-	Sim.
O jogo não apresenta conteúdo ofensivo nem estereótipos em termos de género, raça, religião e diversidade cultural	O conteúdo do jogo não deve ser percebido como ofensivo ou racista.	O conteúdo é percebido como ofensivo ou racista.	-	-	-	O conteúdo não é ofensivo ou racista.
O jogo não inclui conteúdo que incite a violência	O conteúdo do jogo não pode incitar a violência.	O conteúdo do jogo não pode incitar a violência.	-	-	-	O conteúdo do jogo não incita a violência.

Tabela 23 - QEF - Métrica de avaliação - Técnica

<b>Dimension</b>	Técnica
<b>Factor</b>	Funcionalidade, Suporte

Requirement	Metric Evaluation	Wfk - Fullfilment (%)				
		0	25	50	75	100
O utilizador tem acesso ao menu principal	O utilizador consegue aceder facilmente ao menu inicial.	Não.	-	-	-	Sim.
O utilizador consegue começar um novo jogo	O utilizador consegue começar um novo jogo facilmente.	0%-24% dos questionários com feedback positivo.	25%-49% dos questionários com feedback positivo.	50%-74% dos questionários com feedback positivo.	75%-94% dos questionários com feedback positivo.	94%+ dos questionários com feedback positivo.
O utilizador consegue continuar o jogo	O utilizador consegue continuar o jogo facilmente.	0%-24% dos questionários com	25%-49% dos questionários com	50%-74% dos questionários com	75%-94% dos questionários com	94%+ dos questionários com

		feedback positivo.	feedback positivo.	feedback positivo.	feedback positivo.	feedback positivo.
O utilizador consegue consultar a história do jogo	O jogador consegue consultar a história do jogo em qualquer instante.	Utilizador não consegue consultar a história.	-	Utilizador apenas consegue consultar a história no início e fim do nível.	-	Utilizador consegue consultar a história a qualquer instante.
O utilizador pode escolher qual grupo de puzzles quer resolver	O utilizador consegue escolher qual grupo de puzzles quer resolver consoante o seu progresso no jogo.	O utilizador não consegue escolher o grupo de puzzle que quer resolver.	-	O utilizador consegue escolher qualquer grupo de puzzles.	-	O utilizador consegue escolher livremente o grupo de puzzles que quer resolver consoante o que já desbloqueou
O jogador pode desligar ou ligar o som	O jogador consegue facilmente desligar/ligar o som.	Não.	-	Não consegue desligar todos os sons.	-	Consegue desligar/ligar facilmente todos os sons.
O jogador consegue escolher a sua personagem (baseado no género)	O jogador consegue escolher o seu personagem, entre duas personagens dos dois géneros existentes.	Utilizador não consegue escolher a sua personagem.	-	-	-	Utilizador consegue escolher a sua personagem.
O jogador consegue mover os objetos móveis do puzzle	O jogador consegue mover objetos móveis que não são a sua personagem.	Não consegue mover qualquer objeto.	-	Consegue mover todos os objetos sem detetar colisões.	-	Consegue mover os objetos móveis, de acordo com o sistema de colisões.
O jogador consegue mover a sua personagem	O jogador consegue mover a sua personagem sem qualquer problema.	A personagem do jogador não se move.	-	A personagem do jogador consegue-se mover, mas não respeita as colisões.	-	A personagem do jogador move-se respeitando todas as regras.

O jogo é estável e executa sistematicamente sem falhas	O jogo é robusto o suficiente para correr sem erros desde a primeira vez e em diante.	Não.	-	-	-	Sim.
A instalação é fácil para o público alvo	A instalação deve ser fácil e não requer muitas ações do usuário.	A instalação necessita de tutorial.	-	-	-	A instalação é muito simples e faz-se em poucos cliques.
Os dados do utilizador são assegurados em caso de falha no sistema	Não é perda de informação dos utilizadores em caso de falha.	A informação é perdida.	-	-	Apenas informação irrelevante é perdida.	Não é perda de informação.
Procedimentos de segurança e antipirataria estão incluídos	O jogo é seguro e preparado para lidar com ameaças.	Não.	-	-	-	Sim.
Existe um ponto de entrada claro e simples para o jogo	Os jogadores conseguem começar a jogar facilmente.	Não.	-	Apenas alguns jogadores conseguem iniciar o jogo facilmente.	-	Todos os jogadores conseguem iniciar o jogo facilmente.
O jogo pode ser atualizado facilmente	As atualizações devem ser automáticas sem incomodar os utilizadores.	Não.	-	-	-	Sim.

## 6.6 Questionários

### 6.6.1 Parte Técnica

**Técnica**

Esta parte é dedicado a aspectos técnicos do jogo.

Consegue começar um novo jogo facilmente? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Consegue continuar o jogo facilmente? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Figura 44 – Questões da parte técnica

## 6.6.2 Usabilidade e jogabilidade

### Usabilidade e jogabilidade

Esta parte é dedicada à usabilidade e jogabilidade do jogo.

Acha que o jogo é divertido? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Considera o jogo desafiante? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Considera a história do jogo interessante? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Considera os controlos do jogo fáceis de entender? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Acha que o uso do áudio melhora a jogabilidade? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Figura 45 - Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 1)

Acha que os gráficos do jogo melhoram a jogabilidade? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Considera os menus de jogo de fácil acesso e compreensão? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Considera a navegação pelo jogo simples e adequada? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

As instruções do jogo são claras e concisas? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Os menus deste jogo são de fácil acesso e compreensão? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Figura 46 - Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 2)

Considera a interface deste jogo simples e apelativa? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Utilizaria este jogo com regularidade? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Recomendaria esta aplicação a outra pessoa? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Como acha que este jogo podia melhorar? Escreva a sua opinião do jogo, sugestões e/ou descrição de bugs. (Não obrigatória)

Sua resposta

---

Figura 47- Questões da parte de usabilidade e jogabilidade (parte 3)

### 6.6.3 Desenvolvimento Cognitivo

#### Desenvolvimento Cognitivo

Esta parte do questionário é dedicada à avaliação da componente científica do jogo, de estimulação cognitiva.

O ambiente do jogo e da jogabilidade são ajustados ao contexto de aprendizagem? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

O contexto de aprendizagem remete efectivamente aos objectivos de aprendizagem? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

O jogo promove auto-aprendizagem? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

O jogo possibilita o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador o consiga utilizar noutros contextos? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Figura 48 - Questões da parte de desenvolvimento cognitivo (parte 1)

O jogo permite o reconhecimento de padrões? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

O jogo encoraja a reflexão? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Independentemente do resultado, o jogo possibilita ao jogador reflectir sobre a estratégia utilizada para completar o puzzle? \*

	1	2	3	4	5	
Discordo completamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo completamente

Figura 49 - Questões da parte de desenvolvimento cognitivo (parte 2)