



Meta-modelo de mecânicas de jogos sérios para surdos e cegos

EMANUEL VALES ROCHA

Outubro de 2018

Meta-modelo de mecânicas de jogos sérios para surdos e cegos

Emanuel Vales Rocha

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

Orientador: Paula Escudeiro

Porto, Outubro 2018

Resumo

A promoção da igualdade de oportunidades e inclusão social das pessoas com incapacidades é uma preocupação das sociedades modernas e do Espaço Europeu da Educação. No entanto, apesar da evolução da ciência e da disponibilidade de novas tecnologias para encontrar soluções para combater este problema, ainda há uma grande dificuldade na comunicação com essas comunidades nas suas vidas diárias e nos diferentes ambientes em que estão inseridas.

O ambiente educacional não está preparado atualmente para estas comunidades, o que é um problema, já que a educação tem um grande impacto na vida de todos os cidadãos e a existência de barreiras limita oportunidades futuras. O uso de jogos sérios em um ambiente educacional estimula a aprendizagem e o pensamento crítico, mas apesar da relevância dos jogos sérios na comunicação e inclusão social, a partir da recolha de informações concluímos que não há grande variedade de jogos e ferramentas que facilitem a sua criação e sejam acessíveis a pessoas com incapacidades.

Nesta tese será discutida e apresentada a arquitetura e o desenvolvimento da plataforma que visa melhorar a inclusão social e o acesso à educação para os surdos e cegos. Para isso, serão disponibilizadas ferramentas que possibilitem que estas comunidades participem na criação de jogos educativos e também que joguem com todos os restantes utilizadores da plataforma, de forma a superar as dificuldades de comunicação e barreiras enfrentadas nas suas vidas diárias, especialmente no ambiente educacional.

A plataforma desenvolvida permitirá a criação de jogos educativos, do género Quiz, com a possibilidade de integrar a tecnologia iBeacon, de forma rápida e simples, por qualquer e para qualquer tipo de usuário. Tanto a plataforma quanto os jogos resultantes terão mecanismos de *input* e *output* que permitirão a inclusão de utilizadores com incapacidades, como a síntese de voz, o VirtualSign (tradutor bidirecional de linguagem gestual) e o controlo através de comandos de voz.

Palavras-chave: Acessibilidade; Jogos educativos; Plataforma inclusiva; Utilizadores com incapacidades auditivas e visuais;

Abstract

Promoting equal opportunities and social inclusion for people with disabilities is a concern of modern societies and the European Education Area. However, despite the evolution of science and the availability of new technologies to find solutions to combat this problem, there is still a great difficulty in communication with these communities in their daily life and in different environments in which they are inserted.

The educational environment is not currently prepared for these communities, which is a problem, since education has a great impact on the lives of all citizens and the existence of barriers limits future opportunities. The use of serious games in an educational environment stimulates learning and critical thinking, but despite the relevance of serious games regarding communication and social inclusion, from the information gathering we concluded that there are no large array of games and tools that facilitate its creation and are accessible to people with disabilities.

In this thesis we will discuss and present the architecture and the development of the platform that aims to improve social inclusion and access to education for deaf and blind people. For this purpose, we will provide tools which enable these communities to participate in the creation of educational games and also playing along with all other users of the platform, in order to overcome the communication difficulties and barrier faced by these communities in their daily life, especially in the educational environment.

The platform developed will allow the creation of educational games, of the genre Quiz with the possibility of integrating iBeacon technology, quickly and simply, by any and for any type of users. Both the platform and the resulting games will have input and output mechanisms that will allow the inclusion of users with disabilities, such as voice synthesis, VirtualSign (two-way sign language translator) and voice command control.

Keywords: Accessibility; Blind and deaf users; Games for education; Inclusive platform;

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer ao Instituto Superior de Engenharia do Porto e aos seus docentes por todo o conhecimento adquirido ao longo dos dois anos do Mestrado em Engenharia Informática, do ramo de Sistemas Gráficos e Multimédia. Agradeço, em particular, à professora Paula Escudeiro pela orientação fornecida durante a realização da tese e que contribuiu para um trabalho de melhor qualidade.

Gostaria de agradecer também aos meus colegas e amigos do GILT que me apoiaram durante o desenvolvimento do projeto, Diogo Melo, Tiago Afonso e João Ulisses.

Deixo um agradecimento especial à minha família, pais e irmã, por me proporcionarem as condições ideais para concluir o meu percurso académico. Por fim, agradeço a todos os meus amigos que de uma forma ou de outra me ajudaram ao longo deste percurso.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Contexto e Problema	1
1.3	Objetivos	2
1.4	Abordagem	2
2	Contexto e Estado da arte	3
2.1	Análise de valor	3
2.1.1	Proposta de valor do projeto	3
2.1.2	Modelo de negócio de Canvas	4
2.2	Estado da arte em soluções/abordagens (parciais) existentes e tecnologias relevantes	5
2.2.1	Tipos de jogos	5
2.2.2	Jogos educativos acessíveis	11
2.2.3	Ferramentas para desenvolvimento de jogos educacionais acessíveis	14
2.2.4	Jogos com tecnologia iBeacon	15
3	Design	17
3.1	Levantamento de características de soluções/abordagens semelhantes	17
3.2	Requisitos funcionais	19
3.3	Conceito	19
3.4	Mapa de navegação	20
3.5	Interface com o utilizador	20
3.5.1	Abordagem inicial	20
3.5.2	Abordagem adotada	21
3.6	Arte	22
3.6.1	Menus	22
3.6.2	Cartas	23
3.6.3	Ícones	23
3.7	Storyboard	25
3.7.1	Registo	25
3.7.2	Selecionar Incapacidade	26
3.7.3	Login	26
3.7.4	Menu principal	27
3.7.5	Definições	27
3.7.6	Instruções	28
3.7.7	Menu Jogos	28
3.7.8	Escolher jogo	29
3.7.9	Jogo	29
3.7.10	Resultado	30

3.7.11	Menu edição e criação de jogos	30
3.7.12	Criar jogo	31
3.7.13	Editar jogo.....	31
3.7.14	Selecionar tipo de pergunta	32
3.7.15	Criar nova pergunta.....	32
3.8	Arquitetura da solução	33
3.9	Base de dados	34
4	Codificação	35
4.1	Tecnologias relevantes	35
4.1.1	Beacon e iBeacon.....	35
4.1.2	VirtualSign	37
4.1.3	Unity	38
4.1.4	APIs de Voz	38
4.2	Navegação pela plataforma	39
4.3	Síntese de voz.....	41
4.4	Reconhecimento de voz.....	41
4.5	Beacons	42
4.6	REST API.....	43
4.7	Fluxo de informação	43
5	Avaliação e experimentação	45
5.1	Hipótese.....	45
5.2	Metodologia de avaliação	46
5.2.1	Quantitative Evaluation Framework (QEF).....	46
5.2.2	Inquéritos de satisfação.....	47
5.2.3	Comunidade científica	47
5.3	Análise de resultados	47
5.3.1	Questionários.....	48
5.3.2	QEF - resultado	53
6	Conclusão	55
7	Anexos.....	61
7.1	QEF.....	62
7.2	Análise de Valor	64
7.2.1	Análise segundo o modelo de Peter Koen	64
7.2.2	Perspetiva longitudinal de valor	66
7.2.3	Método AHP	67
7.3	Poster ECGBL.....	73
7.4	Artigo ECGBL	74
7.4.1	INTRODUCTION.....	74
7.4.2	RELATED WORK	75

7.4.3	DEVELOPMENT	78
7.4.4	EVALUATION.....	79
7.4.5	REFERENCES	80
7.5	Manual de utilização	81
7.5.1	Funcionamento	81
7.5.2	Exemplo de Utilização.....	81
7.6	Questionário.....	83
7.6.1	Informação do Utilizador	83
7.6.2	Avaliação	83
7.6.3	Observações	84

Lista de Figuras

Figura 1 – Diagrama de casos de uso.....	19
Figura 2 – Diagrama representativo do percurso dos utilizadores na plataforma.	20
Figura 3 - <i>Swipes</i> possíveis de executar na aplicação.	21
Figura 4 - Exemplo de um menu da plataforma.	22
Figura 5 – Ecrã para efetuar o registo.....	25
Figura 6 - Ecrã para selecionar a incapacidade do utilizador.....	26
Figura 7 – Ecrã para efetuar o Login.	26
Figura 8 – Menu principal da plataforma.....	27
Figura 9 – Ecrã de definições da plataforma.....	27
Figura 10 – Ecrã de instruções da aplicação, jogos e plataforma.	28
Figura 11 – Menu da componente de jogos.	28
Figura 12 – Ecrã para escolha de jogo para jogar ou editar.....	29
Figura 13 – Ecrã de jogo.....	29
Figura 14 – Ecrã de resultados no final do jogo.	30
Figura 15 – Menu para criação e edição de jogos.....	30
Figura 16 – Ecrã de criação de jogo.....	31
Figura 17 – Ecrã para edição de jogo.	31
Figura 18 – Ecrã para selecionar o tipo de pergunta a criar.	32
Figura 19 – Ecrã para criar nova pergunta.	32
Figura 20 – Arquitetura da solução.....	33
Figura 21 – Modelo relacional da base de dados.....	34
Figura 22 – Árvore hierárquica para decisão do género do jogo educativo a disponibilizar na plataforma.....	68
Figure 23 – Screenshot of the menu for creating cards.....	76
Figure 24 – Screenshot of the accessibility settings menu.	77

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Características relevantes para o projeto nos diferentes tipos de soluções e abordagens existentes	17
Tabela 2 - Diferentes tipos de cartas existentes.	23
Tabela 3 - Ícones existentes na plataforma.	24
Tabela 4 – APIs de reconhecimento e síntese de voz para as diferentes plataformas.....	38
Tabela 5 - Respostas sobre suporte.	48
Tabela 6 - Respostas sobre usabilidade.	48
Tabela 7 - Respostas sobre jogabilidade.	48
Tabela 8 - Resultado das diferentes medições do QEF.	53
Tabela 9 – Matriz de prioridades entre diferentes critérios	69
Tabela 10 – Soma total dos valores das colunas para normalizar	69
Tabela 11 – Matriz normalizada e vetor de prioridades calculado.....	69
Tabela 12 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de entretenimento.....	71
Tabela 13 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de desafio	71
Tabela 14 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de aprendizagem.....	71
Tabela 15 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de acessibilidade	72

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Representação gráfica das médias das respostas obtidas.	49
Gráfico 2 - Gráfico de barras para avaliação de respostas sobre suporte.	50
Gráfico 3 - Gráfico de barras para avaliação das respostas sobre usabilidade.....	51
Gráfico 4 - Gráfico de barras para avaliação de respostas sobre jogabilidade.....	52

Lista de Códigos

Código 1 - <i>CreateProfile.cs</i> exemplo de síntese de texto para voz e linguagem gestual.....	39
Código 2 - Excerto do método <i>GoToScene()</i>	40
Código 3 – Invocação do método para iniciar síntese de voz.	41
Código 4 - Criação e início do <i>DictationRecognizer</i>	42
Código 5 - URL com pedido para a REST API.....	43
Código 6 - Excerto de código do registo de um resultado.	44
Código 7 - Invocação de método para ler dados de JSON.	44

Acrónimos

AGRAV	Aplicações Gráficas Avançadas
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
ECGBL	<i>European Conference on Games Based Learning</i>
FFE	<i>Fuzzy Front End</i>
FPS	<i>First Person Shooter</i>
GILT	<i>Games Interaction and Learning Technologies</i>
IC	Índice de Concistência
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
MEI	Mestrado em Engenharia Informática
MMORPG	<i>Massively multiplayer online role-playing game</i>
MUD	<i>Multi-user Dungeon</i>
NCD	<i>New Concept Model</i>
NPD	Desenvolvimento de Novos Produtos
QEF	<i>Quantitative Evaluation Framework</i>
RC	Razão de Concistência
REST	<i>Representational State Transfer</i>
RPG	<i>Role-playing game</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TMDEI	Tese / Dissertação / Estágio
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
UUID	<i>Universally Unique Identifier</i>

1 Introdução

1.1 Enquadramento

O presente documento foi realizado pelo aluno Emanuel Vales Rocha (1130447) na unidade curricular Tese/ Dissertação/ Estágio (TMDEI) do Mestrado no ramo de Sistemas Gráficos e Multimédia de Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), no ano letivo 2017/2018 e tem por objetivo documentar o projeto desenvolvido nesse contexto.

O projeto foi desenvolvido em colaboração com o grupo de investigação GILT (*Games Interaction and Learning Technologies*), do ISEP, principalmente através da partilha de conhecimento da área de negócio.

1.2 Contexto e Problema

Promover a igualdade de oportunidades e a inclusão social das pessoas com deficiência é uma preocupação das sociedades modernas e do espaço Europeu da Educação (Comissão Europeia, 2010). A evolução da ciência e a disponibilidade de novas tecnologias permitem encontrar soluções para problemas crónicos, no entanto, no acesso dos surdos ou cegos a diversos serviços, como os serviços públicos, por exemplo, pode ser difícil comunicar eficientemente.

A educação é outra área crítica e um problema mais sério. A educação tem um grande impacto na vida de todos os cidadãos e barreiras existentes limitam oportunidades futuras, portanto qualquer contribuição para eliminar estas, promove a equidade.

Um contato direto com a área de jogos sérios estimula a aprendizagem e o pensamento crítico, mas apesar da relevância dos jogos sérios ao nível comunicacional e de inclusão social, não existe uma grande panóplia de jogos e de ferramentas que facilitem a sua criação que sejam acessíveis às pessoas com deficiência.

Com o evoluir do tempo e das novas tecnologias a introdução de tecnologias na área da educação é um processo que ocorre naturalmente e que vai de encontro às necessidades e exigências dos estudantes (Dahlstrom, et al., 2015), no entanto, isso pode levar a um distanciamento do mundo físico que os rodeia.

1.3 Objetivos

Este projeto irá contribuir para melhorar a inclusão social e o acesso à educação das pessoas surdas e cegas, para isso será realizada uma investigação e o desenvolvimento de uma plataforma automática inclusiva para promover o desenvolvimento de jogos sérios direcionados para as pessoas surdas ou cegas. O objetivo passa por promover a comunicação e literacia digital, explorando a área de jogos digitais.

Com a possibilidade de utilização da tecnologia iBeacon na criação dos jogos pretende-se promover a possibilidade de proporcionar aos estudantes uma experiência de educação que concilie a tecnologia e o ambiente em que eles se inserem.

1.4 Abordagem

Com este projeto pretende-se a criação de uma plataforma inclusiva para criação e edição de jogos sérios acessíveis a utilizadores surdos e cegos. Foi decidido que os jogos resultantes da plataforma seriam do género Quiz.

Serão então criados os seguintes artefactos para testar o projeto desenvolvido:

- Plataforma de criação de jogos, acessível a utilizadores cegos e surdos;
- Jogo criado na plataforma para efeitos de teste.

Para a criação da plataforma e dos jogos será utilizado o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) Unity, onde poderão ser utilizados diferentes *assets* para integrar no projeto diferentes tecnologias. Toda a informação dos utilizadores e dos jogos, como dados de acesso ou conteúdo dos jogos, será guardada numa base de dados SQL.

2 Contexto e Estado da arte

Neste capítulo serão apresentados o resultado da análise de valor realizado e o estado da arte, onde serão analisadas diferentes soluções existentes que vão de encontro aos objetivos do trabalho desenvolvido.

2.1 Análise de valor

A análise de valor é um processo sistemático, formal e organizado de análise e avaliação, tendo por objetivo fazer com que o produto desenvolvido cumpra as exigências e objetivos do cliente. Neste subcapítulo apresenta-se a proposta de valor do projeto e o modelo de negócio de canvas. Nos anexos 7.2 Análise de Valor é possível encontrar outros artefactos resultantes da análise de valor, como: a análise segundo o modelo de Peter Koen, a perspectiva longitudinal de valor e a aplicação do método AHP no contexto do projeto.

2.1.1 Proposta de valor do projeto

A definição da proposta de valor de um Produto é um elemento importante para um negócio de sucesso, uma vez que é através dessa definição que se apresenta o negócio aos interessados e se demarcam da concorrência.

Segundo (MaRS Discovery District, 2012), a definição de uma proposta de valor consiste em vários componentes:

- O que é oferecido aos utilizadores;
- Que tipo de benefício está associado ao produto e quanto o utilizador pode esperar receber;
- Como o valor é gerado;
- A quem se oferece o valor.

Dessa forma, pode-se definir a proposta de valor do produto deste projeto como a criação de uma plataforma para o desenvolvimento e edição de jogos educativos, acessível a utilizadores cegos e surdos, cujo objetivo passa por permitir a rápida e simples criação de jogos educativos inclusivos, acessíveis a jogadores com dificuldades visuais e auditivas.

2.1.2 Modelo de negócio de Canvas

Segmento de mercado: Pode-se dividir o segmento de mercado em diferentes partes:

- Utilizadores cegos e surdos são os principais beneficiados do produto e do valor gerado por ele;
- Todos os interessados na criação de jogos educativos com acessibilidade, como por exemplo, professores que pretendam desenvolver jogos educativos para todos os seus alunos, sem restrições.

Proposta de valor: Plataforma para o desenvolvimento e edição de jogos educativos, acessível a utilizadores cegos e surdos, cujo objetivo passa por permitir a rápida e simples criação de jogos educativos inclusivos, acessíveis a jogadores com dificuldades visuais e auditivas.

Relação com os clientes: É expectável que para existir um maior valor de negócio exista um permanente contacto com os clientes, de forma a satisfazer as suas principais necessidades e reajustar o produto de acordo com ideias e necessidades que surjam das suas observações e da sua experiência com o uso do produto.

Canais de distribuição: O principal meio de distribuição do produto será *online*, com maior foco nas comunidades de utilizadores cegos e surdos e nas comunidades de desenvolvimento de jogos, podendo ser realizado em fóruns ou a partir das redes sociais. Também se poderá realizar a promoção do produto em eventos organizados para essas comunidades.

Fluxo de receitas: Não estão previstos fluxos de receitas com o negócio, uma vez que a sua distribuição e utilização será gratuita para todos os utilizadores.

Atividades chave: As atividades chave englobam: o desenho e desenvolvimento ao produto; diferentes testes ao produto criado; divulgação e distribuição do produto.

Recursos chave: Serão importantes para o valor do negócio os seguintes recursos: base de utilizadores, até porque são os utilizadores que poderão aumentar o conteúdo dos jogos; plataforma para a criação e edição de jogos; servidor, onde ficarão registados os jogos criados e o seu conteúdo; ferramentas para o desenvolvimento da plataforma e dos jogos; validade do conteúdo dos jogos; dispositivos físicos necessários para os jogadores com dificuldades conseguirem jogar os jogos.

Parceiros chave: Os parceiros chave do negócio são o grupo de investigação na qual o produto será desenvolvido, GILT, as comunidades de jogadores cegos e surdos, comunidades de desenvolvimento de jogos, professores ou educadores.

Estrutura de custos: Os custos do desenvolvimento do produto serão essencialmente os custos com a equipa de desenvolvimento e *marketing*.

2.2 Estado da arte em soluções/abordagens (parciais) existentes e tecnologias relevantes

Neste capítulo são analisadas soluções existentes que vão de encontro aos objetivos do trabalho a desenvolver. Primeiro serão analisados diferentes tipos de jogos, alguns desenvolvidos sem terem por objetivo específico a acessibilidade, analisando essencialmente jogos *mainstream*, e outros desenvolvidos especificamente para serem acessíveis, analisando jogos para jogadores com dificuldades visuais ou auditivas. Serão também analisados jogos que são acessíveis através da modificação de jogos existentes.

De seguida serão analisados alguns jogos educativos acessíveis, algumas ferramentas existentes para o desenvolvimento de jogos acessíveis e serão analisados jogos em que a tecnologia iBeacon é utilizada.

2.2.1 Tipos de jogos

Neste subcapítulo são analisados os diferentes tipos de jogos que as pessoas com incapacidades podem jogar, dividindo-se em jogos desenvolvidos sem terem por objetivo específico a acessibilidade, incidindo principalmente sobre jogos *mainstream*, ou jogos desenvolvidos especificamente para serem acessíveis, explorando jogos para jogadores com dificuldades visuais ou auditivas. Também serão explorados jogos que são acessíveis através da modificação de jogos existentes.

2.2.1.1 Jogos desenvolvidos sem terem por objetivo específico a acessibilidade

Criar jogos totalmente inclusivos revela-se uma tarefa difícil, dessa forma a grande maioria dos jogos atuais não são desenhados para que seja possível uma inclusão total, em (Barlet & Spohn, 2012) referem-se alguns motivos para que isso suceda:

- Os jogos mais recentes, ou vídeo jogos, são atualmente uma mistura de *gameplay* com história, apresentada com os melhores gráficos existentes e efeitos visuais para cativar os jogadores. Dessa forma, dada essa vertente mais visual dos jogos, torna-se difícil a compatibilização com jogadores com dificuldades visuais;
- Atualmente são cada vez menos os jogos *standalone*, preferindo-se os jogos em tempo real em plataformas com muitos outros jogadores. Este aspeto dos jogos leva muitas vezes a que os jogadores não tenham o total controlo da velocidade do jogo, podendo resultar daí uma experiência frustrante para os jogadores com necessidades especiais;
- A tecnologia existente para que os jogos sejam inclusivos não existe ou a que existe não tem os preços ideais, quer para os jogadores como para os desenvolvedores.

Dessa forma, e considerando a crescente complexidade dos jogos atuais, o processo de tornar os jogos totalmente inclusivos seria demasiado caro.

Apesar de não ser muito viável a inclusão total nos jogos, existem algumas tecnologias ou práticas que são possíveis de acrescentar aos jogos sem grande dificuldade e conseguindo dessa forma tornar o jogo mais acessível para alguns jogadores com diferentes dificuldades, como é o caso dos jogos que serão analisados de seguida.

2.2.1.1.1 Mortal Kombat X

Mortal Combat X é um jogo de luta no qual dois jogadores lutam um contra o outro, ou então um jogador contra o jogo (Inteligência Artificial), oferecendo aos jogadores uma grande variedade de personagens com diferentes características, movimentos e ataques especiais, como os *finishers*, que são a imagem de marca do jogo. O jogo permite a interação com o ambiente, utilizando diferentes partes do cenário para se movimentarem ou mesmo usarem como arma. Existem vários modos de jogo além do tradicional multijogador, como o modo de história onde se alternam *cutscenes* com as lutas.

Os jogos da coleção Mortal Kombat e do estúdio NetherRealm Studios, são um bom exemplo de como é possível adaptar jogos *mainstream* para que possam ser jogados mesmo por jogadores com dificuldades visuais ou auditivas. Um bom exemplo disso é o jogo Mortal Kombat X, que tem algumas características que o torna acessível (Straub, 2015):

- Os visuais do jogo são renderizados num estilo que não depende do detalhe ou da cor, sendo que cada modelo das personagens é diferente o suficiente para que os jogadores com dificuldades visuais os consigam distinguir facilmente, tendo apenas problemas quando for um *mirror match* (combate entre duas personagens iguais). Além disto, o modo de acessibilidade ativo faz com que o jogo dê informações auditivas quando o jogador se encontra perto de objetos passíveis de interação;
- O jogo possui som *stereo* que permite aos jogadores terem noção de onde estão e onde estão os seus adversários, um bom exemplo da acessibilidade do jogo é Brice Mellen, um jovem cego que derrotou um desenvolvedor do Mortal Kombat num jogo de Mortal Kombat ou Carlos Vasquez, outro jogador cego que atingiu as finais de um torneio internacional de Mortal Kombat; (Moss, 2014)
- No modo campanha do jogo é possível apresentar ao jogador legendas das falas das personagens, no entanto, como não se encontram identificadas, é difícil de associar às personagens quando estão várias no ecrã. Tirando esse pormenor, o restante jogo não depende das capacidades auditivas por isso é possível para um jogador com dificuldades auditivas jogar o jogo sem qualquer problema;
- A possibilidade de remapear os controlos do jogo e a facilidade de execução do movimento de assinatura do jogo, *Fatality*, faz com que os jogadores com dificuldades motoras tenham menores dificuldades no decorrer do jogo.

Apesar deste jogo, ou jogos do mesmo estúdio, como o **Injustice: Gods Among Us**, apresentarem características que possibilitam a inclusão de todos os jogadores, ainda há

alguns aspetos a melhorar para que seja ainda mais inclusivo, questionado sobre a acessibilidade nos jogos, Brice respondeu:

"I'm pretty sure they could make a talking program that could give you directions and read menus to you, read what's on the screen. They have screen readers on computers for blind people. They should have one for blind people. Either that, or make a Braille screen. You can draw shapes in Braille—it's not hard to draw in Braille. You can draw squares, circles, triangles, and people.... If they made a Braille screen, you could just read it all. It would have the whole area mapped out for you." (Kirk, 2009)

2.2.1.1.2 Dragon Age: Origins

Dragon Age: Origins é um jogo local de *role-play* (RPG), do estúdio BioWare. O jogador deve escolher a sua personagem, bem com a sua classe e raça, o que irá alterar a forma como o mundo do jogo vê o jogador e como o jogador vê o mundo. O jogador tem por objetivo concluir a estória do jogo, e para isso deve ir recrutando novos companheiros para a sua equipa, evoluir junto dos seus companheiros ficando mais forte, derrotar os mais variados inimigos, encontrar armas e armaduras mais poderosas e ir tomando diversas decisões que irão alterar o mundo do jogo de acordo com essas decisões, até atingir o final do jogo.

É utilizada uma perspetiva de jogo na 3ª pessoa e o jogador pode jogar com qualquer uma das personagens da sua equipa, sendo que nos combates pode indicar para cada uma delas o que irá fazer a seguir, ou então poderá definir previamente o que cada uma delas fará de acordo com as possibilidades que poderão ocorrer durante um combate.

O jogo apostou na acessibilidade e isso foi premiado, vencendo o prémio para melhor jogo *mainstream* acessível (Ferry, 2010), atribuído pela AbleGamers. As características que tornaram o jogo uma referência na área da acessibilidade foram as seguintes:

- Legendas completas, onde são dadas diversas possibilidades de escolha ao jogador: nenhuma legendas, apenas legendas ou legendas para o diálogo e legendas dos ruídos do ambiente;
- Opções de *colorblind* com diversos esquemas de cores e fontes melhoradas que facilitam a leitura dos diversos menus para os jogadores com dificuldades visuais;
- Diversos controlos alternativos, apresentando uma interface "*click-to-move*", onde o jogador utiliza o rato para se mover, e oferecendo a possibilidade de usar o teclado ou o rato para controlar a câmara, que é possível utilizar com diversos ângulos, ou as personagens;
- A possibilidade de pausar o jogo e continuar a interagir em qualquer altura do jogo, é considerada a melhor característica acessível presente no jogo, pela AbleGamers (Barlet & Spohn, 2012), uma vez que permite ao jogador adotar o ritmo de jogo que mais se adequa às suas capacidades;
- Existem ainda outras pequenas características como sons ambiente, terreno claramente definido e múltiplos níveis de dificuldade que para os jogadores normais

passam despercebidos, mas para os jogadores com maiores dificuldades podem fazer uma grande diferença na sua inclusão.

Apesar de ser um bom exemplo de um jogo acessível, o jogo continua a não ser totalmente acessível uma vez que ainda ficam jogadores excluídos, no entanto, continua a ser um ótimo exemplo de um jogo aparentemente normal que possibilita a inclusão de diversos jogadores com diferentes dificuldades.

2.2.1.1.3 Outros jogos

- FIFA 13 - o famoso jogo de simulação de futebol, criado pela EA, apesar das dificuldades em tornar jogos do género acessíveis, devido aos diversos controlos necessários e à quantidade de detalhes que o jogador deve ter em atenção para obter os melhores resultados, os criadores do jogo conseguiram tornar o jogo acessível, pelo menos para quem era possível fazê-lo (tornar este jogo jogável para jogadores totalmente cegos não é, à partida, possível), sendo premiados pela AbleGamers Foundation com o prémio de jogo *mainstream* acessível do ano 2012 (McWhertor, 2013).

O jogo é acessível para os jogadores com dificuldades físicas e cognitivas, dado que permite o remapeamento dos controlos, um modo de jogo único que permite jogar apenas com o rato e a possibilidade de alterar a velocidade do jogo.

- Rock Band – o jogo de vídeo musical que permite simular a performance de músicas de *rock* utilizando periféricos modelados a partir dos instrumentos reais. No jogo, os jogadores que utilizem a guitarra, devem pressionar nos periféricos os botões da cor correspondente à cor das notas que vão deslizando verticalmente no ecrã, até atingirem o ponto em que devem ser tocadas, ao mesmo tempo que dedilham a nota na barra existente no periférico para isso, caso acertem a nota a tempo a música flui naturalmente, caso contrário o jogador recebe um sinal sonoro indicativo que falhou. Apesar de parecer impossível para os jogadores com dificuldades visuais, vários jogadores conseguiram jogar, isto porque, segundo um desses jogadores, os desenvolvedores do jogo não colocam as notas de forma aleatória, mas sim de acordo com a música, passando a citar, *“if the next note in the song is a higher note, then more than likely the fret on the guitar that you're going to press is a higher fret than what you're on right now.”* (Peters, 2009), o que permite aos jogadores invisuais descobrirem como tocar determinadas músicas utilizando apenas a audição.

2.2.1.2 Jogos desenvolvidos especificamente para serem acessíveis

Ao contrário dos jogos abordados no capítulo anterior, os jogos abordados neste capítulo são jogos que foram desenvolvidos ou alterados de forma a serem acessíveis para o máximo de jogadores possíveis. Esses jogos podem dividir-se em diferentes tipos que serão abordados de seguida, explorando alguns exemplos para cada um desses tipos.

2.2.1.2.1 Jogos de áudio para jogadores invisuais

Os jogos de áudio são um bom exemplo de jogos acessíveis, consistem em jogos sem interface nos quais os jogadores apenas fazem uso da sua audição, sendo por isso ideais para pessoas com dificuldades visuais. São jogos geralmente desenvolvidos por pequenas empresas ou mesmo por individuais, sendo que não despertam tanto interesse junto das grandes empresas

uma vez que geralmente estes jogos caracterizam-se por serem jogos mais simples, comparando com os jogos *mainstream*, e faltam alguns aspetos importantes para cativar os jogadores típicos, como a diversidade, valor de repetição e mesmo opção multijogador. Serão de seguida explorados alguns jogos deste género.

2.2.1.2.1.1 Curb Game

Este jogo, desenvolvido em 2002, apresenta uma solução acessível de um simples jogo que simula um pequeno sapo a tentar atravessar uma rua com vários veículos. A diferença deste jogo para os restantes é a possibilidade de continuar a jogar mesmo depois de desligar a interface gráfica do mesmo, continuando a jogar apenas com o som fornecido pelo jogo, para isso, os jogadores devem ouvir atentamente o som dos veículos, para perceberem quando é seguro atravessarem.

Segundo os criadores do jogo, eles quiseram dar a conhecer aos jogadores a tensão que as pessoas cegas têm ao atravessar uma estrada sem visualizar os veículos, que é uma situação vivida no dia a dia dessas pessoas e que muitas pessoas não têm noção. (AudioGames, 2006)

2.2.1.2.1.2 Shades of Doom

Shades of Doom é um jogo desenvolvido para os jogadores com dificuldades visuais, pela empresa GMA games, que é uma empresa dedicada ao desenvolvimento de jogos para pessoas com dificuldades visuais e auditivas. O jogo é um pioneiro nos jogos áudio *First Person Shooter* (FPS), sendo jogado apenas através do som, não apresentando qualquer interface gráfica.

O jogador tem como objetivo guiar a sua personagem por uma base militar secreta de investigação para terminar com uma experiência maléfica a ocorrer no local. Durante o percurso no jogo o jogador pode encontrar novas armas, armaduras e equipamento que poderá utilizar para enfrentar os vários desafios que encontrará, tendo mesmo que enfrentar vários monstros.

O jogo é jogado utilizando o rato ou as setas do teclado para mover a personagem e diversas outras teclas que necessitarão de alguma memorização para o jogador se lembrar das suas funcionalidades. Para se guiar no jogo, o jogador terá que utilizar o som ambiente, tendo por referência o som do vento nas passagens e nas salas, o som dos passos da personagem, o som dos equipamentos, e caso deseje, o som de um computador de análise que dará direções. Esta última funcionalidade pode ser útil a novos jogadores, tal como os vários níveis de dificuldade existentes e o modo de treino. (GMA Games, 2005)

2.2.1.2.2 Jogos para jogadores surdos

Com o evoluir das tecnologias e dos jogos, os desenvolvedores começaram a substituir o texto dos jogos pelo áudio, apresentando aos jogadores uma interface mais simples e uma experiência de jogo mais enriquecedora. Apesar destas dificuldades a maioria dos jogadores com dificuldades auditivas consegue jogar a maioria dos ditos jogos *mainstream* sem grandes

dificuldades, no entanto, com o crescimento do uso de som para fornecer informação ao jogador, muitas vezes necessário para concluir uma missão ou nível, leva a que os jogadores surdos acabem por se sentirem frustrados e colocados de parte.

Uma boa parte dos jogos atuais já possuem as soluções adequadas para evitar essa frustração nos jogadores, que passam essencialmente pelo uso de legendas no jogo, quer para as vozes das personagens ou para qualquer som existente no jogo e que seja pertinente para o desenrolar do mesmo.

Jogos como *World of Warcraft* e outros MMORPG's apresentam aos jogadores as mensagens de *chat* com diferentes cores, de acordo com a sua proveniência, e permitem mesmo que os jogadores alterem essas cores. Outros jogos permitem também que os jogadores alterem as fontes do jogo, para ajudar na leitura, visão cansada e para ajudar a que o jogador se mantenha informado acerca do ambiente do jogo. (Barlet & Spohn, 2012)

Utilizando esta solução estes jogadores podem jogar a maioria dos jogos, no entanto, não poderão jogar os jogos referidos no capítulo anterior, 2.2.1.2.1 Jogos de áudio para jogadores invisuais, uma vez que são jogos que utilizam apenas som, sem qualquer interface para os jogadores surdos utilizarem.

2.2.1.3 Jogos de vídeo acessíveis por modificação

Alguns jogos são por vezes modificados por outros jogadores, investigadores, profissionais ou apenas curiosos da área dos jogos, permitindo que jogadores com dificuldades se sintam incluídos, permitindo que joguem normalmente com todas as pessoas. Alguns exemplos desses jogos serão abordados nos subcapítulos seguintes.

2.2.1.3.1 Rock Vibe

O jogo Rock Vibe é uma adaptação do jogo Rock Band, referido no capítulo 2.2.1.1.3 Outros jogos, utilizando as mesmas regras de jogo. O jogo utiliza *hardware* específico que transmite vibrações localizadas e permitem ao jogador distinguir qual a cor que deverá escolher naquele instante. (Nedel, et al., 2011)

Caso o jogador jogue com a guitarra, terá uma luva que vibrará conforme as cores necessárias, correspondendo cada cor a um dedo, dessa forma, quando o jogador sentir uma vibração deve pressionar a cor correspondente e usar o botão da guitarra para dedilhar a nota pretendida.

Para o caso da bateria, o jogador terá que acertar o “prato” da cor correspondente à nota que aparece no ecrã ou utilizar o pedal quando for necessário, no mesmo formato que acontece quando se joga com guitarra. Para que o jogar invisual consiga jogar, são-lhe colocados cinco vibradores, um em cada braço e pulso, cada um representando uma cor, e um na perna do pedal, desta forma, tal como acontece com o exemplo da guitarra, quando for necessário tocar alguma nota ou utilizar o pedal, o jogador sentirá a vibração correspondente e deverá agir de acordo. (Costa, 2013)

2.2.1.3.2 Materia Magica

Materia Magica é um Multi-User Dungeon (MUD) de fantasia com mais de vinte anos, é um jogo multijogador de texto, onde os jogadores devem realizar missões com a sua personagem para a evoluir enquanto vai colecionando melhor armas, armaduras e equipamentos.

Originalmente o jogo não fornecia opções de acessibilidade, no entanto, os jogadores conseguiam jogar utilizando *software* para leitura de texto, mas dessa forma estavam em desvantagem em relação aos restantes jogadores, pois apesar de ouvirem o texto, não viam as indicações coloridas do mesmo, por exemplo, não sabiam que um texto sobre dano recebido, estava a vermelho, sendo por isso mais difícil identificar os acontecimentos do jogo.

De forma a ultrapassar estes problemas, alguns jogadores da comunidade desenvolveram plugins de forma a que os jogadores invisuais recebessem sinais sonoros de acordo com o acontecimento no jogo e disponibilizaram-nos para os restantes jogadores. Quando os responsáveis do jogo tiveram conhecimento deste trabalho resolveram apoiar o seu desenvolvimento e integrá-lo no jogo, sendo que atualmente já se encontra disponível no jogo, quando um jogador novo se regista, existe a possibilidade de ativar essa funcionalidade. (Williams, 2016)

2.2.1.3.3 Doom 3

Doom 3 é um FPS, lançado em 2004, produzido pela id Software. O jogo tem por objetivo percorrer diversos labirintos, encontrando monstros, personagens aliadas, armas, armaduras e outros equipamentos necessários para ultrapassar os labirintos e passar ao nível seguinte.

Originalmente o jogo não tinha acessibilidade incluída, no entanto, trazia consigo um conjunto de ferramentas que possibilitava aos jogadores fazerem modificações no jogo. Este conjunto de ferramentas, associado ao facto das queixas dos jogadores com problemas auditivos relativas à acessibilidade do jogo, aquando do seu lançamento, fez com que várias pessoas se disponibilizassem a ajudar na modificação do jogo para que este se tornasse mais acessível.

Estes voluntários tiveram que aprender a estrutura do código para conseguir introduzir legendas no jogo, no entanto, a empresa, acabou por lhes dar o suporte necessário para que conseguissem realizar a tarefa, fornecendo os scripts do jogo e informações acerca dos ficheiros de som do jogo e posteriormente, fornecendo ficheiros para suportar várias linguagens. (Bierre, et al., 2018)

2.2.2 Jogos educativos acessíveis

Dentro dos jogos acessíveis existentes, existem alguns que são desenvolvidos com o objetivo principal de ensinar ou estimular algum aspeto cognitivo dos jogadores. De forma a conseguir que os jogos sejam acessíveis a todos, são geralmente jogos mais simples e na maioria dos casos dirigidos para crianças, uma vez que o conteúdo também será mais simples. Neste capítulo serão analisados alguns jogos educativos acessíveis, possibilitando a todos os jogadores, com ou sem dificuldades, a possibilidade de se divertirem enquanto aprendem.

2.2.2.1 Scrambled Sayings

Neste jogo são apresentadas ao jogador palavras de provérbios com as letras misturadas e o objetivo é descobrir quais são essas palavras para descobrir qual é o provérbio, tendo para isso que introduzir as palavras corretas.

O jogo possui uma interface gráfica onde se apresentam as palavras baralhadas, tal como outras opções: o tempo gasto, a pontuação e o nível, ou opções relacionadas com o jogo, como submeter a resposta, recomeçar ou desistir. Além disso, existe nos controlos do jogo a opção de ativar ajuda para os jogadores invisuais.

Tendo a ajuda para jogadores invisuais ativa, o jogador poderá utilizar as setas direita ou esquerda para ouvir determinada palavra, por exemplo, “Palavra 2 é U T O D” ou então utilizar a tecla Espaço para ouvir todas as palavras. Utilizando as teclas F4, F5 e F6 terá acesso às informações acerca do jogo atual.

Scrambled Sayings é um jogo desenvolvido para ser inclusivo e com conteúdo educativo, neste caso os provérbios e as palavras que o constituem, e apesar de ser simples consegue ser desafiante. (7-128 Software, 2007)

2.2.2.2 Blindfold Sudoku

Blindfold Sudoku é uma adaptação para iOS do clássico jogo Sudoku, utilizado muitas vezes para estimular o raciocínio lógico. Esta adaptação realizada pela empresa Blindfold Games conseguiu com que o jogo fosse acessível para os jogadores cegos. A grelha de jogo não é apresentada ao jogador, sendo apenas jogável através do som.

Para que isso seja possível, o jogo fornece ao jogador informações de acordo com os seus gestos: tocar numa célula indica o que está nessa célula, *swipe* para a direita indica o conteúdo duma linha, *swipe* para baixo indica o conteúdo de uma coluna e *swipe* para cima indica o conteúdo de um quadrado.

O jogo permite introduzir nas células vários números candidatos, permite também a possibilidade de customização: a quantidade de informação recebida e a velocidade com que a informação é ouvida.

Os criadores do jogo afirmaram que o desenvolvimento do jogo foi uma sugestão por parte de vários jogadores individuais que gostavam de ver desenvolvidos mais jogos de áudio para eles e para os restantes jogadores, tendo todos à partida as mesmas condições de jogo, uma vez que o jogo não possui interface gráfica, o que até poderia trazer vantagens para os jogadores sem dificuldades visuais. (Schultz, 2014)

2.2.2.3 Math Robot

Math Robot é uma aplicação de matemática para iOS, desenvolvida pela American Printing House for the Blind (APH). A aplicação permite aos utilizadores resolverem problemas matemáticos simples utilizando os operadores matemáticos de adição, subtração, divisão e multiplicação, podendo ser utilizado, por exemplo, em contexto de sala de aula.

A aplicação é acessível a todos os utilizadores, fornecendo aos utilizadores invisuais a possibilidade de ouvirem o problema e de utilizarem a funcionalidade de leitura de ecrã disponibilizada pela Apple, VoiceOver. Permite também a esses utilizadores a possibilidade de utilizar um dispositivo externo de Braille, através do qual o utilizador recebe a informação do problema e através do seu teclado permite-lhe introduzir a resposta ao problema.

Além disso, a aplicação permite customizar qual o intervalo de valores e as operações matemáticas que surgirão nos problemas, permitindo aumentar ou diminuir o grau de dificuldade, sendo possível, por exemplo, aos professores, ajustar individualmente para cada aluno. (Brauner, 2017)

2.2.2.4 Duolingo

Duolingo é uma aplicação que poderá considerar-se um jogo sério através de ludificação, onde os jogadores, de forma a aprenderem novas linguagens, devem completar diversas lições com questões simples e variadas, desde exercícios para traduzir diretamente, a exercícios para ordenar palavras de frases traduzidas.

Os jogadores ganham experiência através das lições concluídas, ganham também diamantes para trocar por poderes ou customizações, têm várias conquistas para ganhar e podem juntar-se a clubes para aprender em conjunto com outros jogadores. Além disso, a aplicação permite definir metas diárias a atingir e envia notificações aos utilizadores para que eles não se esqueçam de praticar.

Durante o jogo o jogador deve concluir diversas lições, sendo que cada uma possui um tema específico e estão agrupadas por secções. Quando o jogador completa as lições deve realizar um teste para desbloquear as lições seguintes, esse teste consiste em 25 perguntas em que o jogador poderá apenas errar três vezes. Para os jogadores que já tenham experiência com a linguagem existe a possibilidade de realizarem um teste de colocação que avaliará os conhecimentos dele e permitirá concluir automaticamente algumas lições.

A aplicação além de disponibilizar a leitura dos textos e a opção de leitura lenta dos mesmos, pode ser utilizada com VoiceOver ou leitores de ecrã para Android, o que permite o acesso a jogadores invisuais. Os jogadores com dificuldades auditivas também não terão problemas com a aplicação, isto porque apesar de existirem questões em que o jogador deve traduzir o que ouve, existe a possibilidade nas definições de fazer com que essas questões não apareçam.

Este é um bom exemplo de uma aplicação que, utilizando técnicas de *design* de jogos para atrair os jogadores e ultrapassando questões de acessibilidade, consegue comprovadamente (Vesselinov & Grego, 2012) ensinar novas linguagens aos seus utilizadores.

2.2.3 Ferramentas para desenvolvimento de jogos educacionais acessíveis

Desenvolver um jogo educacional acessível não é um processo simples, no entanto, existem algumas ferramentas que permitem tornar esse processo facilitado, permitindo a professores ou qualquer outra pessoa criar os seus próprios jogos educativos. De seguida serão exploradas algumas dessas ferramentas.

2.2.3.1 Memor-i Studio

A organização grega Science For You desenvolveu a plataforma Memor-i Studio que permite a qualquer pessoa criar jogos educativos e acessíveis, sem necessitar de qualquer conhecimento de programação.

Os jogos criados são versões do famoso jogo da memória, no qual os jogadores devem encontrar duas cartas iguais de entre as várias apresentadas para viradas para baixo, no ecrã. De forma a tornar o jogo acessível, as cartas viradas também têm associadas a si sons, o que permite aos jogadores invisuais jogarem também, guiando-se no jogo utilizando as setas do seu teclado e recebendo sinais sonoros que indicam a sua posição no jogo. Além disso, existe a possibilidade de jogar *online* contra outros jogadores.

O jogo a criar pode ser alterado e em vez de procurar por duas cartas ou sons iguais, o jogador poderá ter que procurar cartas relacionadas, por exemplo, antónimos, a mesma palavra em duas linguagens diferentes, ou países e as suas capitais, sendo limitados pela imaginação. Desta forma, os jogadores além de praticarem a sua memória, foco e atenção, também aprendem sobre algum tema, isto enquanto se divertem.

O processo de criação dos jogos é relativamente simples, apenas é necessário fazer *upload* das imagens e dos respetivos sons e depois a plataforma gera o jogo automaticamente, sendo por isso uma alternativa fácil de utilizar para a criação de jogos educativos acessíveis. (SciFY - Science For You, 2017)

2.2.3.2 eAdventure

eAdventure é uma plataforma para criação de videojogos educativos, desenvolvida pelo eUCM, um grupo de investigação da Universidade Complutense de Madrid, e que possibilita o desenvolvimento de jogos educativos mesmo para pessoas sem conhecimentos prévios de programação.

A plataforma permite a criação de jogos de aventura do género *point-and-click*, que podem ter conteúdo educativo, fornecendo diferentes funcionalidades para ajudar à acessibilidade do jogo, nomeadamente: possibilidade de existência de um mecanismo de ajuda aos jogadores quando bloqueiam nalguma parte do jogo; a adaptação de conteúdo de acordo com o nível de dificuldade do jogo; e adaptação dos meios de interação com o jogador.

Na criação do jogo o desenvolvedor pode ativar determinadas funções para tornar o jogo acessível. Uma dessas funções são os três mecanismos de *input* existentes: como o rato, que é possibilita a interação normal nos tipos de jogo *point-and-click*; a voz, que possibilita aos

jogadores que não têm capacidades para utilizar o rato utilizarem comandos de voz para interagir com o jogo; e o teclado, que pode ser utilizado para introduzir comandos de texto.

Outra das funções são os mecanismos de *output* existentes: visuais, sonoros e de síntese de voz. Estes mecanismos fornecem ao desenvolvedor mais opções para tornar os jogos mais acessíveis, mais concretamente, é possível ativar a opção de aumentar o ecrã e ativar a síntese de voz, que interpreta todo o texto do jogo e o apresenta ao jogador sob a forma de voz ou sons descritivos, o que facilita o acesso ao jogo aos jogadores invisuais. (Sanz-Troyano, 2010)

Esta plataforma permite assim criar jogos com opções de acessibilidade de uma forma rápida e simples.

2.2.4 Jogos com tecnologia iBeacon

Com o surgimento da tecnologia iBeacon, surgem também jogos que utilizem essa tecnologia. Devido à natureza desta tecnologia, é natural que os jogos exijam movimento por parte dos jogadores e interação com o meio ambiente em que se inserem. Alguns desses jogos fazem com que os jogadores explorem determinadas áreas enquanto aprendem sobre algum tema específico.

A utilização desta tecnologia pode contribuir para uma maior inclusão nas aplicações, na medida em que é uma tecnologia que não necessita de interação com o utilizador, o que facilita a integração e uso por parte dos jogadores com dificuldades visuais ou auditivas. Nos subcapítulos seguintes serão exploradas algumas soluções que utilizam esta tecnologia.

2.2.4.1 CSiBeacon Las Vegas

A empresa Radius Networks aproveitou a conferência HP Discover 2014 em Las Vegas para criar um jogo de caça ao tesouro que utilizasse a tecnologia iBeacon, aproveitando para divulgar a tecnologia numa grande conferência da área.

Os jogadores que tivessem o jogo instalado, deviam explorar todas as áreas da conferência, procurando por *Beacons* que lhe dariam crachás no jogo. Os jogadores que encontrassem todos os *Beacons* tinham direito a um prémio por parte da HP.

Apesar de o jogo ser simples, permite ao mesmo tempo que dá a conhecer a tecnologia iBeacon, fazer com que os visitantes da conferência tenham outro motivo para explorar todas as áreas da conferência. (Beacon Ninja, 2014)

2.2.4.2 Mission Eureka

Mission Eureka é um jogo para toda a família ou amigos e para todas as idades, sobre as diversas invenções tecnológicas presentes no museu da Philips, na Holanda, que utiliza a tecnologia iBeacon para identificar a posição dos jogadores no museu.

Espalhados pelo museu encontram-se oito postos e assim que o iPad entra em contacto com eles são apresentados ao jogador as diferentes perguntas, puzzles ou minijogos que eles devem resolver, utilizando a tecnologia iBeacon para identificar qual deverá ser o desafio a mostrar, adequando o jogo à posição dos jogadores.

Enquanto resolvem estes desafios os jogadores vão explorando o museu e aprendendo mais sobre o seu conteúdo, sendo uma boa forma de aprenderem enquanto se divertem. Este jogo é então uma solução existente que utiliza a tecnologia iBeacon para fornecer aos jogadores uma alternativa diferente para a visita a um museu. (Philips, 2014)

2.2.4.3 Mirabilandia Park Scavenger Hunt

O parque de diversões Mirabilandia, em Ravenna, Itália, irá lançar um jogo em 2018 que utilizará a tecnologia iBeacon, sendo utilizado por grupos de estudantes que visitem o parque e as suas atrações, fazendo-as investigar o parque do ponto de vista educacional.

O jogo consistirá numa caça ao tesouro, na qual será fornecido um iPad os estudantes, que juntos em grupos serão guiados por pistas até às diferentes atrações do parque e terão que responder a algumas questões. Quando os estudantes alcançam os *Beacons* recebem uma notificação que iniciará o jogo e dará aos estudantes a primeira atividade a realizar, estes terão pontuações de acordo com a correção das suas respostas, que serão contabilizadas até o tempo limite terminar, ganhando a equipa que tiver maior pontuação.

Com este jogo, é oferecida aos alunos uma alternativa diferente de aprendizagem, utilizando a tecnologia iBeacon, sendo *“uma oportunidade única de desenvolver trabalho em equipa para jovens, desenvolver habilidades de resolução de problemas, testar habilidades organizacionais dentro de um período, estimular o envolvimento ativo dos alunos e habilidades e processos de exercício relacionados ao uso de novas tecnologias.”*, afirmou Alessandro Foschi, um colaborador do parque. (RavennaToday, 2017)

3 Design

Nesta secção, numa primeira fase, é realizado o levantamento de características de soluções/abordagens semelhantes e de seguida a identificação dos critérios de qualidade e dos requisitos funcionais do projeto, apresentando os casos de uso existentes e a definição do conceito do projeto. Na fase seguinte, utilizando a informação obtida com as técnicas anteriores, procede-se à definição do mapa de navegação na plataforma e o seu *storyboard*, a explicação da arquitetura da solução e da base de dados.

3.1 Levantamento de características de soluções/abordagens semelhantes

A análise realizada no capítulo 2.2 Estado da arte em soluções/abordagens (parciais) existentes e tecnologias relevantes, permitiu identificar diversas soluções que apresentam diversas características que poderão ser utilizadas como referência na realização deste projeto.

Na Tabela 1 são apresentadas essas características identificadas que, fazendo parte de produtos já existentes no mercado já foram validadas pelos utilizadores, portanto, sendo acrescentados à solução deste projeto, serão uma mais valia de forma a atingir os objetivos propostos.

Tabela 1 – Características relevantes para o projeto nos diferentes tipos de soluções e abordagens existentes

Diferentes tipos de soluções/abordagens	Caraterísticas relevantes para o projeto
Jogos educativos acessíveis	<ul style="list-style-type: none">Navegação no jogo realizada com diferentes teclas do teclado (setas para navegar, outras teclas para obter informações do jogo);

	<ul style="list-style-type: none"> • Controlo das opções de jogo através de <i>swipes</i>, atribuindo aos diferentes <i>swipes</i> diferentes ações no jogo; • Tecnologia de leitura de ecrã ou <i>feedback</i> auditivo dado aos utilizadores; • Possibilidade de customização e ajuste do conteúdo dos jogos para adaptação ao público alvo.
Ferramentas para desenvolvimento de jogos educacionais acessíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Criação rápida e simples dos jogos, necessitando apenas de fornecer algumas informações (exemplo: 2.2.3.1 Memor-i Studio – apenas é necessário fornecer imagens e sons); • Possibilidade de jogo contra outros jogadores <i>online</i>; • Associação de som a imagens para que os jogos se adaptem a todos os tipos de utilizadores; • Utilização de diferentes mecanismos de <i>input</i>: rato, voz e teclado e diferentes mecanismos de <i>output</i>: visuais, sonoros e síntese de voz.
Jogos com tecnologia iBeacon	<ul style="list-style-type: none"> • Origina um motivo para a visita de lugares geralmente menos acedidos em determinados locais, por exemplo, conferências, museus ou lojas; • Permite a adaptabilidade do jogo à posição dos jogadores; • Disponibiliza uma alternativa diferente de aprendizagem, possibilitando uma maior aproximação entre o jogador, o jogo e o ambiente envolvente.
Outros jogos	<ul style="list-style-type: none"> • Opções de acessibilidade para utilizadores daltónicos; • Possibilidade de alterar fontes do jogo e tamanho do texto; • Utilização de dispositivos externos que auxiliem o jogador, como dispositivos com sensores, controladores adaptados, etc.

As características identificadas são maioritariamente sobre a acessibilidade do jogo e as diferentes soluções que foram utilizadas para combater esse problema, sendo que na sua grande parte são soluções semelhantes ou que se complementam. No levantamento de requisitos do projeto estas características foram tidas em conta de forma a garantir um melhor resultado.

3.2 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais de um *software* especificam quais as funcionalidades que um *software* deve ser capaz de disponibilizar aos seus utilizadores (Anon., 1990), sendo por isso, o seu levantamento uma atividade que deverá ser realizada no início do desenho da solução.

Esse levantamento foi realizado e resultou na identificação dos seguintes requisitos e respetivo diagrama de casos de uso apresentado na Figura 1 – Diagrama de casos de uso.

- Sistema de registo e de *login*;
- Possibilidade de jogar, criar e editar jogos do género Quiz;
- Durante o jogo, os jogadores podem ler ou ouvir a questão e respetivas opções de resposta e devem escolher a que consideram correta;
- Os utilizadores podem criar e editar os jogos definindo as suas diferentes questões e definições (nome do jogo, tempo limite, pontuação a atribuir a cada resposta correta);
- Durante a definição de novas questões, podem ser associadas imagens e a sua descrição textual e/ ou *Beacons*.
- O utilizador pode alterar as definições da plataforma e consultar as instruções de uso da mesma.

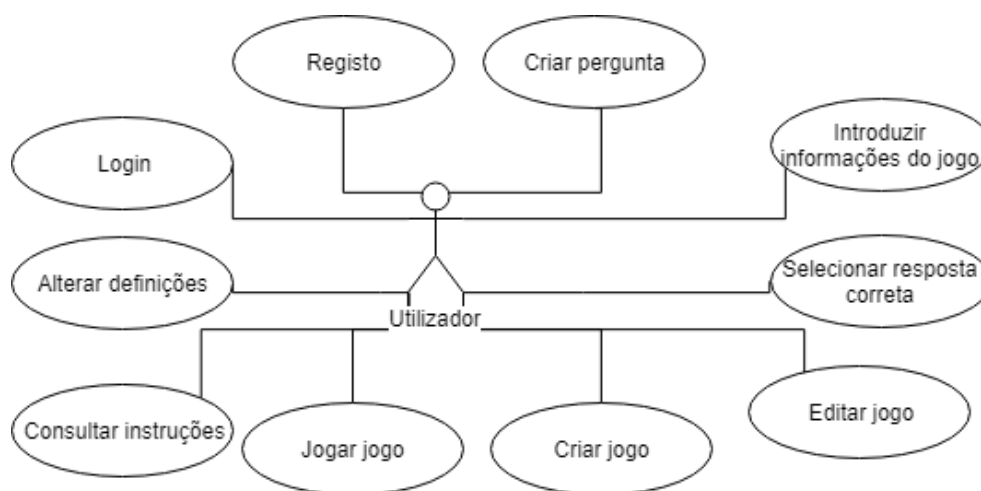


Figura 1 – Diagrama de casos de uso.

3.3 Conceito

A plataforma a desenvolver permite que qualquer tipo de utilizador, incluindo os utilizadores com incapacidades auditivas e/ou visuais, consiga utilizar a plataforma e todo o seu conteúdo sem qualquer limitação. Ao disponibilizar aos utilizadores, na plataforma, jogos do género Quiz com conteúdo educativo, permite-se que os mesmos possam assimilar conhecimentos enquanto jogam. Por outro lado, a inclusão da tecnologia iBeacon permite aos jogadores uma interação com o ambiente envolvente durante o jogo.

3.4 Mapa de navegação

Através do mapa de navegação representado na Figura 2, é possível verificar quais serão os possíveis percursos e ações realizadas pelo utilizador no uso da plataforma. A realização deste diagrama permite representar as diferentes opções que o utilizador poderá tomar para aceder aos diferentes ecrãs da plataforma, representando o fluxo de trabalho da plataforma.

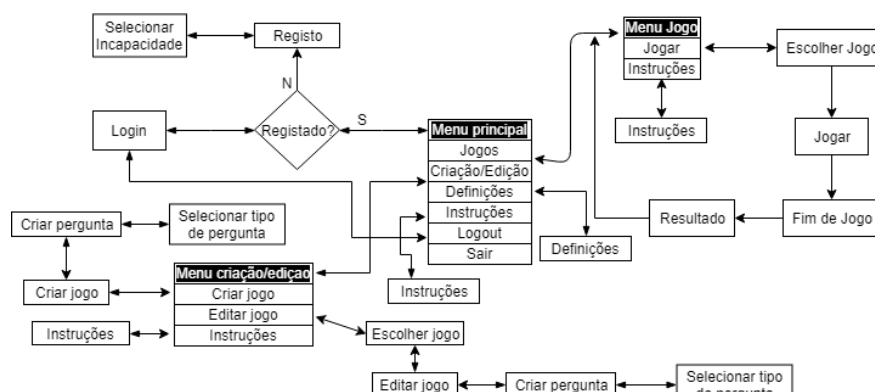


Figura 2 – Diagrama representativo do percurso dos utilizadores na plataforma.

3.5 Interface com o utilizador

Neste capítulo será apresentada a interface apresentada ao utilizador por parte da plataforma, começando por analisar a abordagem inicial ao problema e terminando apresentado a abordagem adotada.

3.5.1 Abordagem inicial

Numa primeira fase pensou-se na utilização de uma interface tradicional, apresentando os ecrãs com os botões necessários para as diferentes funcionalidades, permitindo uma navegação utilizando o rato do computador ou simples cliques no caso de dispositivos táteis. Para os utilizadores invisuais a interação seria realizada utilizando o teclado do computador, por exemplo, utilizando as setas do teclado, o utilizador seria guiado pelas diferentes opções, nas quais seria lida a sua função. No entanto, esta abordagem trazia consigo alguns problemas:

1. Uma vez que a plataforma deveria funcionar parcial ou totalmente em diferentes plataformas, a interface teria que poder ser utilizada nos diferentes dispositivos utilizando os mesmos princípios de navegação. Enquanto a navegação através do rato seria possível de utilizar nos dispositivos móveis e táteis, uma vez que o funcionamento é o mesmo, a navegação através do teclado, direcionada aos utilizadores invisuais, não seria possível utilizar em dispositivos móveis e táteis, uma vez que os utilizadores não conseguiriam ver o ecrã nem tinham como se orientar;

2. A plataforma e os jogos deveriam ser inclusivos, ou seja, deveria ser possível a sua utilização de igual forma por todos os tipos de utilizadores, com ou sem dificuldades e ao abordar o problema utilizando diferentes princípios de navegação estava-se a criar uma barreira divisória entre os diferentes tipos de jogadores.

Esta identificação dos problemas permitiu adotar algumas medidas e tomar algumas decisões para garantir que a plataforma e os jogos eram realmente inclusivos, o que levou à 3.5.2 Abordagem adotada.

3.5.2 Abordagem adotada

Dados os problemas identificados, decidiu-se a adoção de uma interface que se adaptasse a todas as necessidades e onde as interações poderiam ser realizadas utilizando o rato, o teclado ou o ecrã tátil, de acordo com a preferência e necessidades dos utilizadores.

De forma a tornar a plataforma e os jogos inclusivos adotou-se uma solução baseada em carrosséis de cartas, onde é apresentado o conteúdo da carta principal ao utilizador e onde os movimentos necessários são limitados e adaptam-se às diferentes necessidades. A interação é realizada utilizando simples comandos, apresentados na Figura 3, que podem ser utilizados em todas as plataformas, como é o caso dos *swipes*, que poderão ser realizados para cima, baixo, direita e esquerda.



Figura 3 - *Swipes* possíveis de executar na aplicação.

A utilização deste método de navegação torna possível as interações nas diferentes formas pretendidas, dado que através do movimento do rato ou através das setas do teclado, é possível simular os *swipes* realizados nos ecrãs táteis. Utilizando o *swipe* para a esquerda ou direita o utilizador pode navegar pelas diferentes opções, o *swipe* para cima confirma uma escolha ou faz a plataforma ir para o ecrã seguinte e o *swipe* para baixo cancela ou faz a plataforma ir para o ecrã anterior.

A inclusão dos jogadores invisuais também é atingida, uma vez que utilizando os *swipes* para navegar pela plataforma, não tem importância onde esses *swipes* são realizados, o resultado será o mesmo. Outra vantagem de utilizar os carrosséis e os *swipes* é que ao apresentar apenas uma opção de cada vez torna-se mais fácil utilizar uma descrição auditiva para informar o utilizador qual a opção que está selecionada naquele instante.

Complementando o método de navegação através dos *swipes*, os utilizadores podem utilizar as setas do teclado e a tecla Enter, podem clicar nos botões existentes nas diferentes cartas e podem ainda utilizar comandos de voz para navegar pela plataforma e introduzir novos conteúdos. Oferecendo diversos mecanismos de interação garante-se que a interface se adequa aos diferentes utilizadores que a utilizem.

3.6 Arte

A arte da plataforma caracteriza-se pela simplicidade de apresentação, procurando apresentar um ecrã limpo, de forma a que a informação seja transmitida rápida e corretamente. Grande parte da arte foi reutilizada de outros projetos realizados durante o MEI ou é apenas texto simples, exceção feita aos ícones presentes em algumas cartas que foram construídos utilizando fontes gratuitas disponíveis online. Ao longo deste capítulo serão apresentados os elementos mais relevantes da arte deste projeto.

3.6.1 Menus

Os menus apresentados são consistentes ao longo da interface, apresentando ao longo de toda a plataforma elementos semelhantes, elementos que se encontram no exemplo apresentado na Figura 4, tais como: as setas de auxílio à navegação, o título do menu e as cartas com o seu título descritivo e diferentes opções (*input*, *check*, botão).

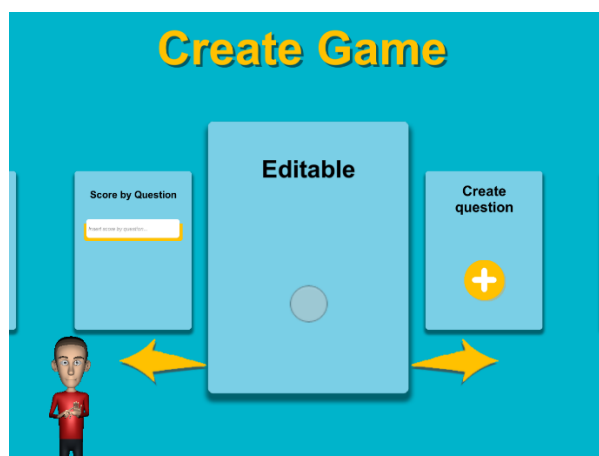


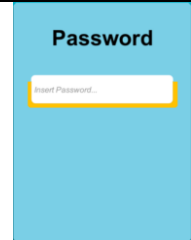
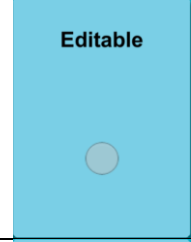
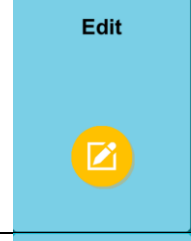
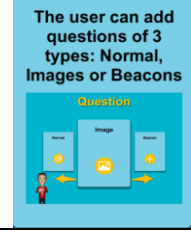
Figura 4 - Exemplo de um menu da plataforma.

Além disso também é apresentado o avatar do VirtualSign que traduz o conteúdo apresentado para linguagem gestual e nos menus principais também são apresentados ícones representativos das definições gerais da plataforma.

3.6.2 Cartas

Dada a utilização de menus baseados em carrosséis de cartas, elas são um elemento importante para o funcionamento da plataforma dado que a maioria do conteúdo é apresentado ou introduzido através delas. A arte das cartas é semelhante em todos os menus da plataforma, no entanto, o seu conteúdo pode variar de acordo com a função da carta, as diferentes opções encontram-se na Tabela 2 com uma imagem exemplificativa.

Tabela 2 - Diferentes tipos de cartas existentes.

Carta	Descrição
	Carta com campo para introdução de valores que podem ser em texto ou imagem
	Carta com campo que permite ao utilizador seleccionar ou desseleccionar a opção apresentada
	Carta com botão ilustrativo que representa o conteúdo da carta e que terá o mesmo efeito que um <i>swipe</i> para cima
	Carta com informação apresentada através de texto e imagem ou só texto

3.6.3 Ícones

Algumas das cartas apresentadas no capítulo 3.6.2 Cartas possuíam botões com ícones ilustrativos do conteúdo dessas cartas e que os utilizadores poderiam usar para realizar a ação associada à carta. Na Tabela 3 são apresentados esses ícones, tal como três ícones que aparecem nos menus principais representativos das definições gerais da plataforma.

Tabela 3 - Ícones existentes na plataforma.

Ícones das cartas	Descrição
	Ícone para aceder ao menu de jogos
	Ícone para sair da plataforma
	Ícone para editar um jogo
	Ícone para fazer <i>logout</i>
	Ícone para aceder às instruções
	Ícone para adicionar novas perguntas aos jogos
	Ícone para aceder às definições da plataforma
	Ícone para aceder ao menu de edição e criação de jogos
	Ícone para iniciar os jogos
	Ícone que representa as perguntas com tecnologia iBeacon
	Ícone que representa as perguntas com imagens
	Ícone que representa as perguntas normais
Ícone dos menus	Descrição
	Ícone que representa a definição do VirtualSign, indicando que o conteúdo apresentado será traduzido para linguagem gestual
	Ícone que representa a definição de comandos de voz, indicando que os comandos de voz se encontram ativos
	Ícone que representa a definição de som, indicando que o som está ativo e todo o conteúdo apresentado será também feito na forma de áudio
	Ícone que representa a definição do VirtualSign, indicando que o conteúdo apresentado não será traduzido para linguagem gestual
	Ícone que representa a definição de comandos de voz, indicando que os comandos de voz se encontram inativos
	Ícone que representa a definição de som, indicando que o som está inativo

3.7 Storyboard

No *storyboard* são apresentados os diferentes ecrãs da plataforma, fazendo uma contextualização, descrevendo o conteúdo presente nesse ecrã, o seu normal funcionamento e as interações possíveis de executar no mesmo.

3.7.1 Registo



Figura 5 – Ecrã para efetuar o registo.

Descrição: Neste ecrã, Figura 5, o utilizador pode realizar o registo na plataforma, tendo que inserir os diferentes requisitos para esse registo, como o nome de utilizador, *e-mail*, *password*.

Interação: Conforme o utilizador vai preenchendo os requisitos deve ir fazendo *swipe* para a direita, até atingir a última opção onde pode confirmar esse registo.

3.7.2 Selecionar Incapacidade

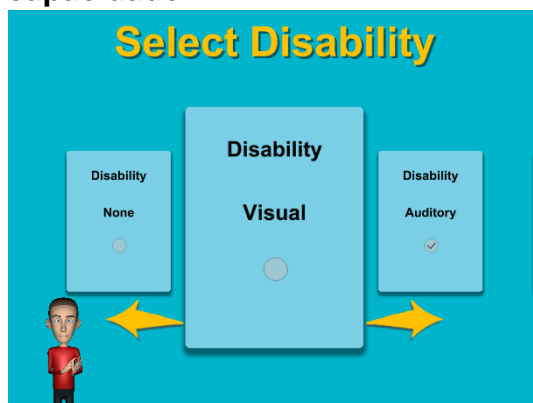


Figura 6 - Ecrã para selecionar a incapacidade do utilizador.

Descrição: Neste ecrã, Figura 6 - Ecrã para selecionar a incapacidade do utilizador. Figura 6, apresentado após o registo, o utilizador deve selecionar qual o seu tipo de incapacidade: nenhuma, visual ou auditiva.

Interação: O utilizador deve selecionar quais as suas dificuldades, selecionando as cartas correspondentes, confirmando a escolha na última carta, que tem o propósito de confirmar a escolha do utilizador e avançar para o ecrã seguinte.

3.7.3 Login

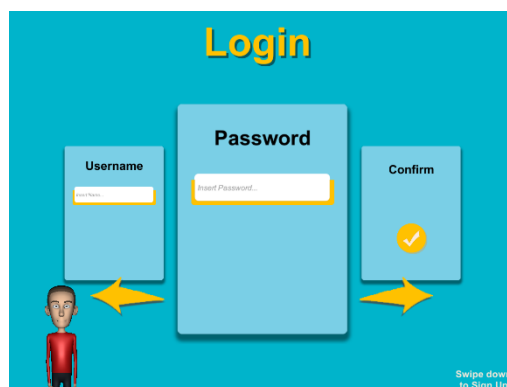


Figura 7 – Ecrã para efetuar o Login.

Descrição: Neste ecrã, Figura 7, o utilizador deve ir percorrendo os diferentes elementos do carrossel e introduzir a informação necessária em cada um para efetuar *login* na plataforma: *username* e *password*.

Interação: Conforme o utilizador vai preenchendo os requisitos deve ir fazendo *swipe* para a direita, até atingir a última opção, onde confirmará o *login*.

3.7.4 Menu principal

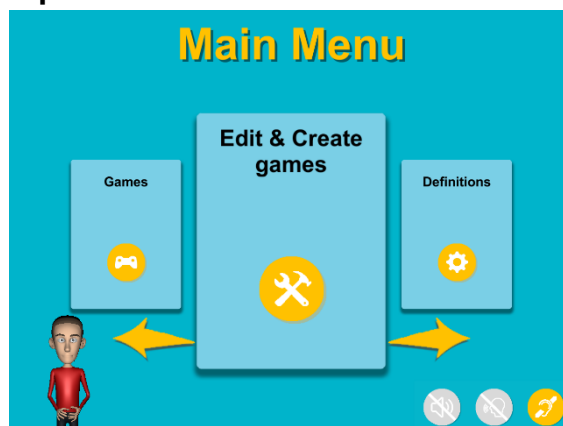


Figura 8 – Menu principal da plataforma.

Descrição: No menu principal, Figura 8, o utilizador pode escolher de entre as diferentes opções disponíveis na plataforma: Jogos, onde poderá escolher os jogos que deseja jogar; Edição e Criação de jogos, para criação e edição de jogos; Definições gerais; Instruções do uso geral da plataforma; Logout, onde poderá voltar ao menu de login; Sair, onde a plataforma será encerrada.

Interação: Ao selecionar cada opção a plataforma mudará para o ecrã correspondente, exceto no caso da opção para sair.

3.7.5 Definições

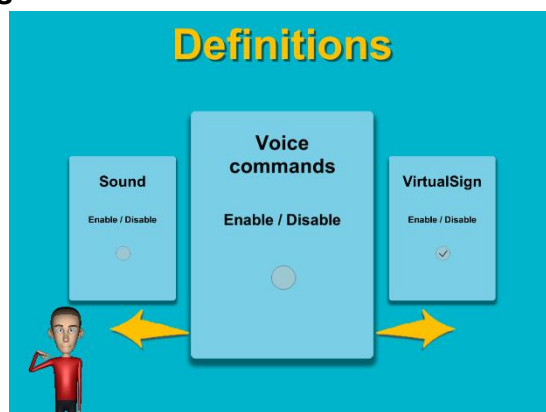


Figura 9 – Ecrã de definições da plataforma.

Descrição: No ecrã das definições, Figura 9, o utilizador pode alterar diferentes definições da plataforma: som, comandos de voz e *VirtualSign*.

Interação: O utilizador poderá percorrer as várias definições existentes e alterá-las através de um *swipe* para cima. Para sair deste menu deve fazer um *swipe* para baixo.

3.7.6 Instruções

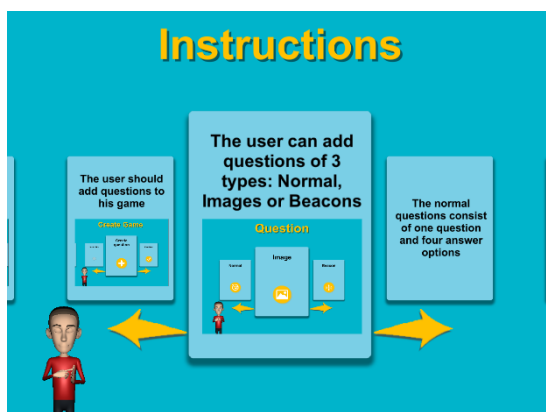


Figura 10 – Ecrã de instruções da aplicação, jogos e plataforma.

Descrição: Neste ecrã, Figura 10, são apresentadas ao utilizador instruções de uso de diferentes componentes da plataforma: instruções gerais da plataforma, instruções sobre o funcionamento dos jogos e instruções sobre a criação e edição de jogos. As instruções a apresentar dependem de onde o utilizador veio na plataforma e podem ser constituídas por texto e uma imagem exemplificativa ou apenas texto.

Interação: O utilizador pode percorrer as diferentes instruções e para voltar ao menu anterior deverá realizar um *swipe* para baixo.

3.7.7 Menu Jogos

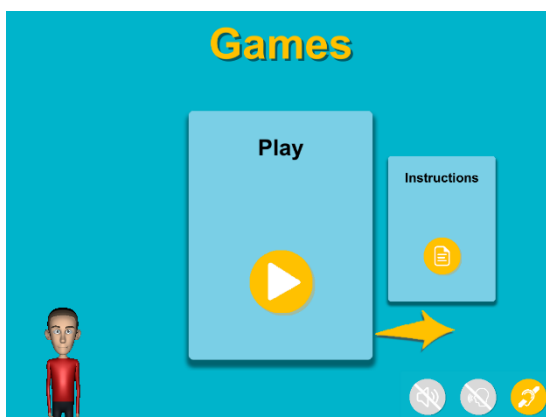


Figura 11 – Menu da componente de jogos.

Descrição: Neste ecrã, Figura 11, o utilizador poderá escolher jogar um dos jogos existentes ou consultar as instruções desses jogos.

Interação: O utilizador deve escolher uma das duas opções com um *swipe* para cima, utilizando o *swipe* para baixo para voltar ao ecrã anterior.

3.7.8 Escolher jogo

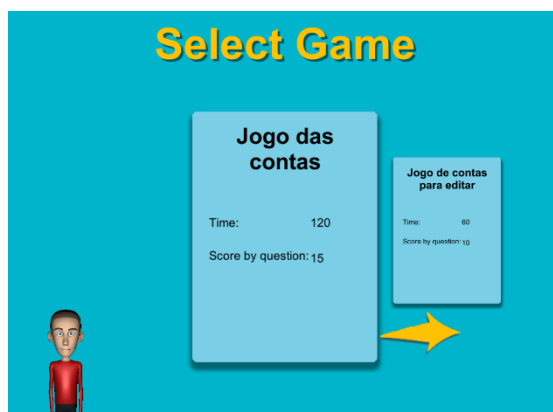


Figura 12 – Ecrã para escolha de jogo para jogar ou editar.

Descrição: Neste ecrã, Figura 12, o utilizador pode escolher, de entre os jogos existentes, qual o jogo que pretende jogar ou editar, sendo que irá jogar o jogo selecionado caso o utilizador esteja na componente dos jogos e irá editar o jogo caso esteja na componente de edição e criação de jogos. Em cada carta é apresentado o título do jogo e algumas das suas definições.

Interação: O utilizador deve selecionar um jogo da lista apresentada com um *swipe* para cima ou voltar ao menu anterior com um *swipe* para baixo.

3.7.9 Jogo

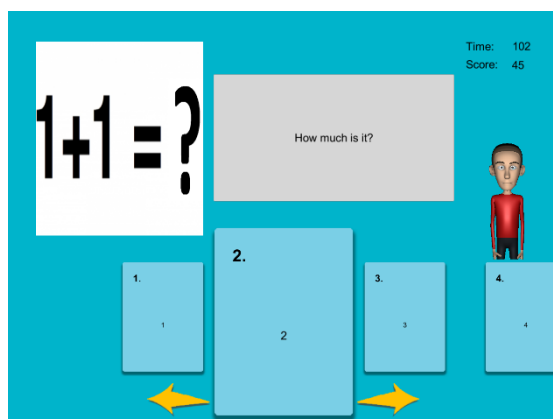


Figura 13 – Ecrã de jogo.

Descrição: No ecrã de jogo, Figura 13, é apresentada ao jogador uma pergunta de cada vez, até acabar o tempo limite ou acabarem as perguntas. As hipóteses às perguntas estão organizadas num carrossel e o jogador deve responder à pergunta para avançar para a próxima. Também é possível ver o tempo e pontuação atual do jogador. No caso específico das perguntas com imagens, é apresentado ao utilizador a imagem associada à pergunta e lida a sua descrição para os utilizadores cegos.

Interação: O jogador terá que fazer um *swipe* para cima para seleccionar a opção que considera correta.

3.7.10 Resultado

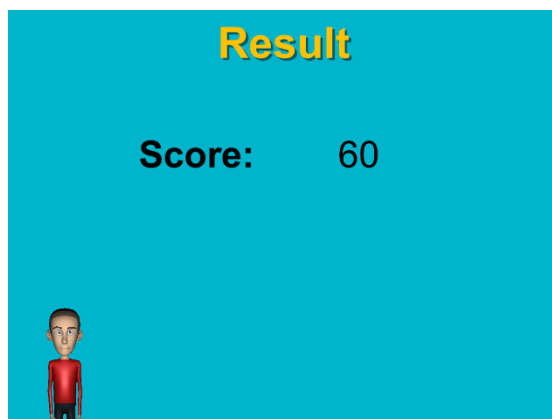


Figura 14 – Ecrã de resultados no final do jogo.

Descrição: Este ecrã, Figura 14, é apresentado ao jogador quando ele termina o seu jogo e apresenta o seu resultado no jogo terminado.

Interação: Para sair deste ecrã o utilizador apenas terá que tocar no ecrã, levando-o de novo para o menu do jogo.

3.7.11 Menu edição e criação de jogos

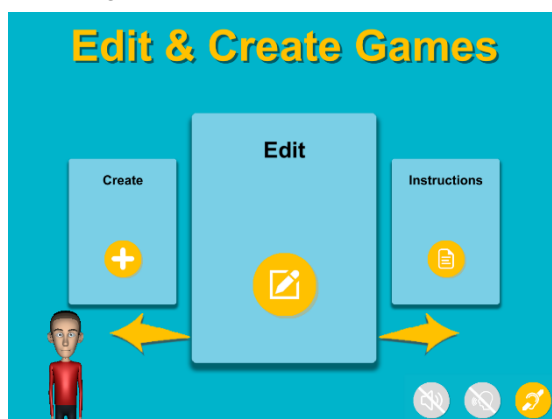


Figura 15 – Menu para criação e edição de jogos.

Descrição: Neste ecrã, Figura 15, o utilizador poderá escolher as diferentes opções relativas à criação e edição de jogos, nomeadamente: criar um novo jogo, editar um jogo existente ou consultar as instruções.

Interação: O utilizador deve seleccionar uma das opções com um *swipe* para cima, podendo voltar ao menu anterior com um *swipe* para baixo.

3.7.12 Criar jogo

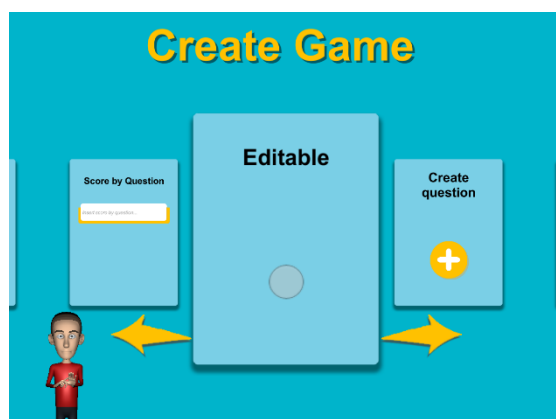


Figura 16 – Ecrã de criação de jogo.

Descrição: Neste ecrã, Figura 16, o utilizador deve introduzir os diferentes requisitos necessários à criação de um novo jogo. Uma das opções apresentadas é a opção de criar uma nova pergunta, que leva a um novo ecrã.

Interação: O utilizador deve introduzir a informação pedida em cada carta do carrossel, sendo que se fizer *swipe* para cima na carta para a criação de uma nova pergunta mudará de ecrã. Um *swipe* para baixo leva ao cancelamento da criação do novo jogo.

3.7.13 Editar jogo



Figura 17 – Ecrã para edição de jogo.

Descrição: Neste ecrã, Figura 17, o utilizador deve introduzir os diferentes requisitos necessários à edição de um jogo existente. Uma das opções apresentadas é a opção de criar uma nova pergunta, que leva a um novo ecrã.

Interação: O utilizador deve introduzir a informação pedida em cada carta do carrossel, sendo que se fizer *swipe* para cima na carta para a criação de uma nova pergunta mudará de ecrã. Um *swipe* para baixo leva ao cancelamento da edição do jogo.

3.7.14 Selecionar tipo de pergunta

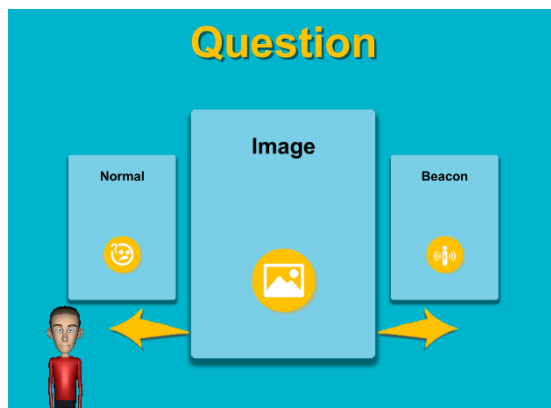


Figura 18 – Ecrã para seleccionar o tipo de pergunta a criar.

Descrição: Neste ecrã, Figura 18, o utilizador deve seleccionar qual o tipo de pergunta que pretende criar: normal, com imagem ou com *beacon*.

Interação: O utilizador deve seleccionar uma das opções com um *swipe* para cima, podendo voltar ao menu anterior com um *swipe* para baixo.

3.7.15 Criar nova pergunta

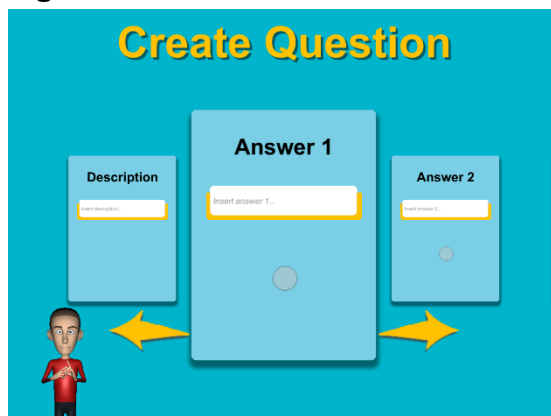


Figura 19 – Ecrã para criar nova pergunta.

Descrição: Neste ecrã, Figura 19, o utilizador pode criar uma nova pergunta, quer para um novo jogo, quer para um jogo já existente. Para isso, o utilizador deve introduzir as diferentes informações pedidas em cada carta.

Interação: O utilizador deve introduzir a informação pedida em cada carta, sendo que na última carta os utilizadores podem concluir a criação da pergunta. A qualquer instante, ao fazer um *swipe* para baixo cancela o processo de criação.

3.8 Arquitetura da solução

A Figura 20 ilustra a arquitetura lógica da solução que é constituída pelas seguintes camadas:

1. Camada de apresentação: esta camada é responsável por apresentar aos utilizadores a interface que permite a interação com a plataforma e todo o seu conteúdo. É nesta camada que o utilizador interage com o sistema, introduzindo e visualizando dados;
2. Camada de negócio: esta camada é formada pelos módulos de criação e edição de jogos e pelo sistema de jogo. A criação e edição de jogos possui toda a lógica necessária para a criação e edição dos jogos. O sistema de jogo possui toda a lógica de jogo que permite a jogabilidade aos diferentes jogadores;
Ligados a esta camada estão dois componentes de elevada importância para o projeto, a **API de linguagem gestual** e a **API de voz**, que são as APIs que possibilitam que a plataforma seja acessível aos utilizadores surdos e cegos.
Através da API de língua gestual é possível apresentar aos utilizadores surdos todo o conteúdo traduzido para língua gestual. A tradução do texto, em diferentes línguas, escrito para língua gestual de diferentes línguas também, é suportada por um avatar que interpreta e mapeia as regras gramaticais da língua a traduzir para as regras gramaticais de língua gestual. Por outro lado, a API de voz permite o uso da plataforma aos jogadores invisuais. O jogador cego, através dos comandos de voz, tem acesso a todo o conteúdo apresentado no ecrã, incluindo as imagens. Neste caso particular, cada imagem tem associada uma descrição textual.
3. Camada de dados: esta camada é responsável pelo armazenamento e recuperação dos dados guardados do sistema.

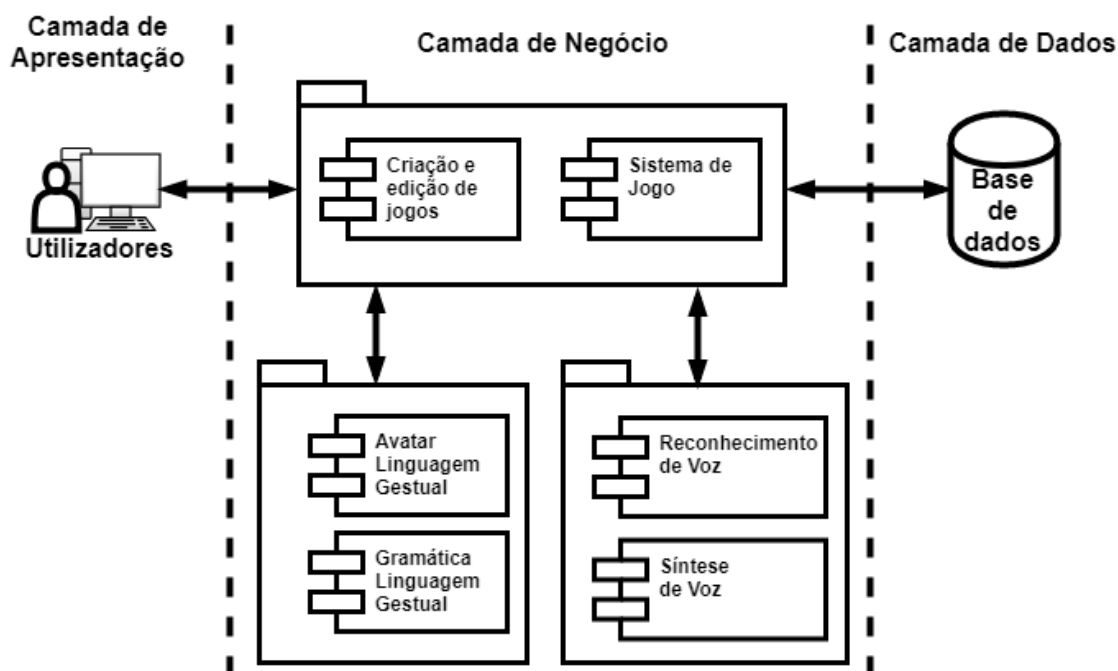


Figura 20 – Arquitetura da solução.

3.9 Base de dados

No contexto do problema a existência de uma base de dados é crucial para tornar possíveis as funcionalidades oferecidas pela plataforma, isto porque é necessário guardar a informação sobre os jogos e sobre os jogadores, de forma a disponibilizar essas informações a qualquer utilizador da plataforma, que aceda à mesma em qualquer lugar, ligado à rede.

Será criada uma base de dados SQL para guardar essas informações, cuja estrutura está representada na Figura 21 e que serão essencialmente informações acerca do utilizador e dos diferentes jogos e o seu conteúdo, mais especificamente as perguntas e as diferentes hipóteses de resposta.

Algumas tabelas foram criadas de forma a evitar a relação n para n entre duas tabelas, uma vez que nessas situações deve-se normalizar essa relação, criando tabelas intermédias, como é o caso das tabelas: *Jogo_utilizador*, que estabelece a ligação entre a tabela *Jogo* e o *Utilizador*; *Pontuacao*, onde se regista a pontuação dos utilizadores num determinado jogo; *Incapacidade_utilizador*, onde é possível associar o utilizador a uma incapacidade.

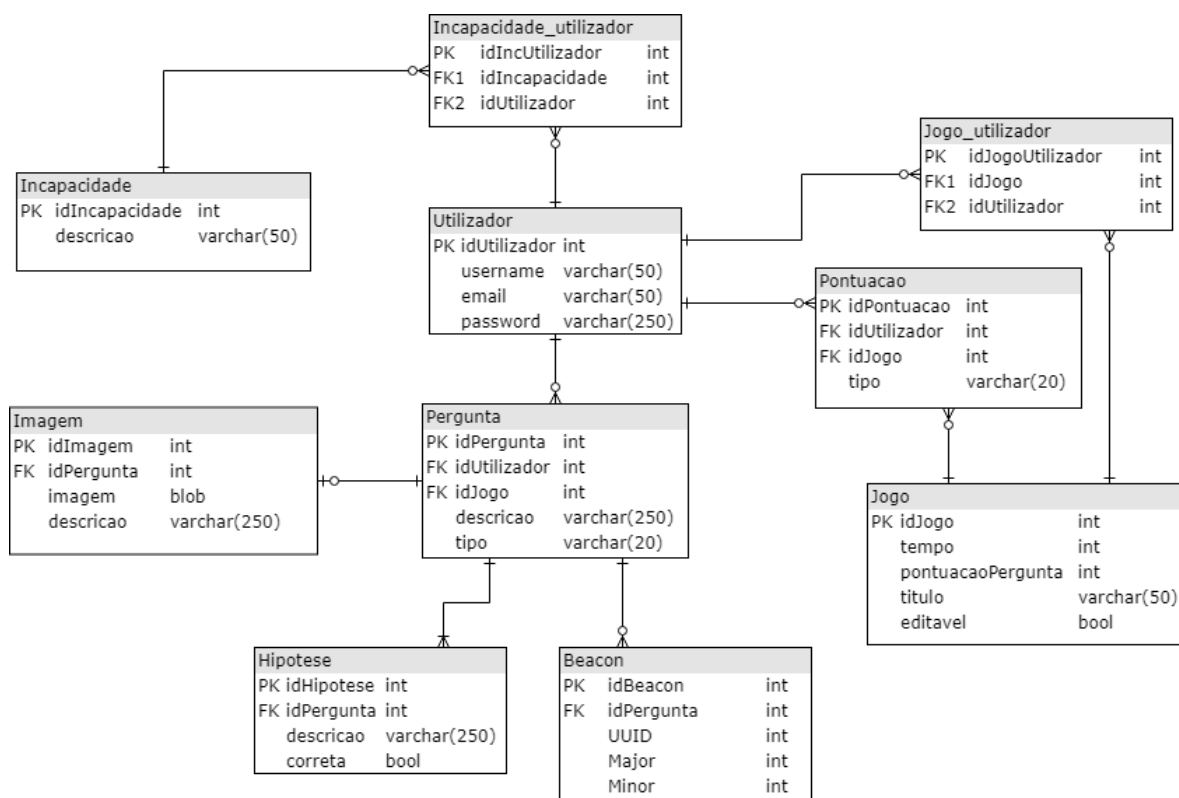


Figura 21 – Modelo relacional da base de dados.

4 Codificação

Neste capítulo serão apresentados conteúdos técnicos sobre o código criado no desenvolvimento do projeto. O capítulo inicia-se com uma análise de diferentes tecnologias utilizadas no projeto, abordando de seguida o código relacionado com diferentes funcionalidades existentes.

4.1 Tecnologias relevantes

Nesta seção do documento serão abordadas as tecnologias relevantes para o realizar do projeto.

4.1.1 Beacon e iBeacon

Beacon e *iBeacon* são dois conceitos diferentes, tratando-se o primeiro de *hardware* e o segundo de *software*, e possuem as seguintes características:

- *Beacons* são dispositivos que emitem sinais através da tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE), o que permite que os aparelhos dos utilizadores consigam determinar a sua proximidade e consigam identificar o *beacon*. O sinal emitido consiste, normalmente num identificador único e que é constituído por: um UUID, que é característico do distribuidor; um *major*, que identifica uma região, por exemplo, um museu; um *minor*, que identifica uma sub-região, por exemplo, uma sala específica de um museu; *Transmit Power*, que consiste na força do sinal, o que permite o cálculo da distância dos dispositivos ao *beacon*.

- iBeacon é um protocolo da Apple que permite aos diferentes dispositivos móveis (Android incluídos) procurarem e realizar diferentes ações quando se encontram perto de um *beacon*. Além disso, também estabelece a informação que os *beacons* transmitem quando comunicam com os diferentes dispositivos móveis (referido no ponto anterior).

No contexto deste projeto é importante perceber o conteúdo do sinal transmitido pelos *beacons* e de que forma esse sinal é interpretado pelos dispositivos móveis que o recebem. Existem duas formas diferentes de interação entre os dispositivos e os *beacons* (Malek, 2017):

4.1.1.1 Monitoring

Este tipo de interação despoleta ações quando um dispositivo entra ou sai do alcance de uma região. Esta interação permite que as aplicações informem os utilizadores quando se encontram perto de algum ponto específico, sinalizado com um *beacon*, ou quando se deixa o alcance do *beacon*, e conseqüentemente desse ponto específico.

As principais características desta interação são:

- Apenas reconhece quando se entra ou sai a região de um *beacon*;
- Funciona apenas com a aplicação em *background*;
- Permite apenas a monitorização de 20 regiões simultaneamente;
- É possível ter um número ilimitado de *beacons* por região;
- Existe um atraso de 30 segundos com o reconhecimento de entrada/saída de uma região.

4.1.1.2 Ranging

Este tipo de interações despoleta ações baseadas na proximidade do dispositivo a um ou mais *beacons*, dessa forma, o dispositivo recetor receberá a informação de todos os *beacons* que estão no seu alcance, incluindo a distância estimada ao *beacon*, cabendo posteriormente à aplicação que procurava os *beacons* decidir o que fazer de acordo com a informação recebida. Pode apresentar a informação correspondente ao *beacon* mais perto, pode apresentar informações acerca de todos os *beacons* no alcance, entre outras opções que variam de solução para solução.

As principais características desta interação são:

- Apenas funciona com a aplicação aberta (*foreground*);
- Apresenta os parâmetros de todos os *beacons* no seu alcance:
 - UUID, Major, Minor, Transmit Power

Quando um estado se altera, por exemplo, deixa-se de estar ao alcance de determinado *beacon*, essa alteração é refletida imediatamente.

Estas diferentes interações são usadas pelas aplicações para determinar o estilo de procura pelos *beacons* e para determinar também qual será a ação da aplicação quando encontra um *beacon*. Segundo (Paiva, 2016), o funcionamento de uma solução que utilize a tecnologia iBeacon poderá ser representada em cinco passos:

1. O utilizador inicia a procura por *beacons*;
2. O utilizador entra no alcance de um *beacon* e esse *beacon* transmite a sua identificação para o dispositivo do utilizador;
3. A aplicação envia essa informação recebida para um servidor ou trata-a localmente;
4. O servidor interpreta a informação recebida e envia para a aplicação a informação que seja necessária para o seu funcionamento ou a aplicação interpreta a informação recebida e adequa o seu funcionamento em função dessa informação;
5. A aplicação realiza uma ação de acordo com a informação recebida pelo servidor / tratamento local realizado.

4.1.2 VirtualSign

VirtualSign (Escudeiro, et al., 2015) é um tradutor bidirecional entre linguagem gestual portuguesa e português, na forma de texto, que permite a inclusão de utilizadores com dificuldades auditivas, facilitando a interpretação de texto escrito e a tradução de linguagem gestual para texto.

Para a tradução de texto escrito é utilizado um avatar 3D, semelhante a um humano, que interpreta o texto a traduzir, tendo em conta a expressão facial e a posição do corpo, que são aspetos importantes na interpretação de texto para linguagem gestual.

Na base de dados encontram-se guardadas diferentes palavras e a respetiva animação, quando é recebido o texto para traduzir, traduzido pela componente de gramática, do idioma de origem para a língua gestual alvo, a ferramenta procura na base de dados essa palavra e a animação para apresentar ao utilizador, caso não encontre apresenta a tradução letra a letra.

No caso da tradução de linguagem gestual para texto, são utilizados dois dispositivos, o Microsoft Kinect, através do qual é possível obter informações sobre o movimento e orientação das mãos e as 5DT Sensor Gloves que, utilizando sensores colocados na luva sabe-se a localização de cada um deles sendo possível obter informações sobre a configuração das mãos ao longo do tempo.

As informações obtidas através destes dois dispositivos são então interpretadas pela aplicação e comparadas com as configurações guardadas na base de dados que, encontrando uma correspondência, traduzirá o gesto realizado pelo utilizador para texto.

Esta ferramenta continua atualmente a ser desenvolvida e melhorada e poderá ser integrada na nossa plataforma, sendo que seria necessário que os utilizadores possuíssem os dispositivos para o funcionamento normal do VirtualSign para a tradução de linguagem gestual para texto.

4.1.3 Unity

Unity é um motor de jogo e também um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) multiplataforma e que é utilizado a nível global e em grande escala para a criação de jogos. A loja de *assets* disponibilizada aos utilizadores permite a compra, venda ou partilha gratuita de ativos do projeto, que podem ser utilizados para acrescentar novas funcionalidades aos seus projetos, sem necessitarem de as implementarem.

4.1.4 APIs de Voz

As APIs de voz disponíveis para uso no Unity permitem o reconhecimento de voz e do conteúdo do discurso e também a síntese de texto para voz. A sua utilização permite que os utilizadores cegos consigam introduzir texto quando lhes for requisitado, ou consigam ouvir todo o texto que existe no ecrã.

A utilização de APIs de síntese de voz geralmente limita-se à invocação dos métodos Start() e Stop() para iniciar e parar a deteção de voz, respetivamente, e à escolha de parâmetros da voz, como linguagem, velocidade, volume, etc.

Relativamente às APIs de reconhecimento de voz, possibilitam o reconhecimento do conteúdo dum discurso detetado pela aplicação. Algumas APIs permitem a criação de conjuntos de palavras-chave e durante a deteção de discurso procuram apenas identificar essas palavras ou frases, enquanto outras APIs detetam todo o discurso e nesse discurso deve-se procurar identificar palavras-chave definidas.

A falta de uma solução transversal a todas as plataformas leva a que seja necessário o uso de diferentes APIs para cada plataforma a explorar, como é possível verificar na Tabela 4, levando a implementações diferentes, no entanto, o funcionamento e a implementação das APIs são semelhantes entre todas.

Tabela 4 – APIs de reconhecimento e síntese de voz para as diferentes plataformas

Plataformas	Speech Recognition	Speech Synthesis
Windows	KeywordRecognizer, DictationRecognizer	Microsoft Speech API
Mac	WebGL Speech Detection	WebGL Speech Synthesis
Android	Mobile Speech Recognizer	Easy TTS
iOS	Mobile Speech Recognizer	Easy TTS

4.2 Navegação pela plataforma

Como foi referido no capítulo 3.5 Interface com o utilizador, a plataforma terá por base um carrossel de cartas que é navegável através de um pequeno conjunto de ações que podem ser realizadas utilizando o rato, teclado ou comandos de voz.

Em todas as cenas que necessitam de um carrossel é necessário adicionar um objeto de interface gráfica que tem associado a si as suas diferentes cartas e os *scripts* que gerem a navegação através do carrossel, *CreateProfile.cs* e *Swipe.cs*. Estes elementos foram reaproveitados do trabalho realizado na unidade curricular de AGRAV.

No primeiro *script* é tratada a navegação horizontal e a síntese de voz e de texto para linguagem gestual, para isso, após um *swipe*, é invocado o método *vozAndVS()*, representado no excerto de Código 1, onde se utilizam os recursos existentes para essa síntese, analisando também algumas exceções.

No caso apresentado verifica-se se nos encontramos na cena “Escolher Jogo Jogar” ou “Escolher Jogo Editar” e caso isso se verifique e nas definições o som e o VirtualSign estejam ativos, é realizada a síntese do texto indicado, obtido através de objetos específicos que se encontram nas cartas associadas ao *script*, neste caso do objeto “TextJogo”. Caso nos encontremos em alguma cena na qual não exista qualquer exceção, a síntese processa-se de forma semelhante ao anterior, sendo que desta vez se realiza a síntese do texto do objeto transversal às restantes cartas sem exceções, “TextTitle”.

```
if(SceneManager.GetActiveScene().name == "Escolher Jogo Jogar" ||
SceneManager.GetActiveScene().name == "Escolher Jogo Editar"){
    if(DefinicoesGlobal.som){

        WindowsVoice.speak(introImages[pageCount].Find("TextJogo").GetComponent<Text>(
).text,0);
    }
    if(DefinicoesGlobal.vs){

        translatorController.TranslateText(introImages[pageCount].Find("TextJogo").Get
Component<Text>().text, "UK");
    }
}else{
    if(DefinicoesGlobal.som){

        WindowsVoice.speak(introImages[pageCount].Find("TextTitle").GetComponent<Text>
().text,0);
    }
    if(DefinicoesGlobal.vs){

        translatorController.TranslateText(introImages[pageCount].Find("TextTitle").Ge
tComponent<Text>().text, "UK");
    }
}
```

Código 1 - *CreateProfile.cs* exemplo de síntese de texto para voz e linguagem gestual.

No script *Swipe.cs* são tratados os *swipes* para cima e para baixo, que permitem navegar entre os diferentes ecrãs da plataforma. Ao detetar um *swipe* ou ação semelhante utilizando outros

dispositivos de *input*, é analisado esse *input* e é invocado o método respetivo. No caso do *swipe* para cima é invocado o método *GoToScene*, um excerto relevante desse método encontra-se no Código 2.

```
private void GoToScene(){
    if (SceneManager.GetActiveScene().name == "Criar Jogo"){
        if (createProfile.PageCount >= 0 && createProfile.PageCount < 3){
            return;
        }
        if (createProfile.PageCount == 3){

            createProfile.introImages[createProfile.PageCount].GetComponentInChildren<Toggle>().isOn =

            !createProfile.introImages[createProfile.PageCount].GetComponentInChildren<Toggle>().isOn;
                return;
        }
        if (createProfile.PageCount == 4){
            GlobalVariables.gameCreateEditStatus = "Create";
            SceneManager.LoadScene("Tipo Pergunta");
            return;
        }
        if (createProfile.PageCount == 5){
            criarJogo.criarNovoJogo();
            return;
        }
    }
}
```

Código 2 - Excerto do método *GoToScene()*.

Neste método verifica-se a cena atual em que o utilizador se encontra e a aplicação comporta-se de forma diferente de acordo com essa informação. Como referido anteriormente, cada cena tem cartas associadas, armazenadas no objeto *CreateProfile*, e neste método, é definido o comportamento a adotar pela plataforma em cada uma dessas cartas no caso de ser recebido um *swipe* para cima.

Neste exemplo em concreto do Código 2, para as 3 primeiras cartas não existe um comportamento associado, para a 4ª carta é verificado e alterado o estado do componente *Toggle* existente, a 5ª carta leva o utilizador para uma nova cena, neste caso para escolher o tipo de pergunta a criar e por fim, a última carta, utilizando o *script* de criação de jogos, termina esse processo de criação invocando o método com esse propósito.

O processo para as diferentes cenas e para o *swipe* para baixo é semelhante ao descrito, adaptando-se ao comportamento esperado para cada carta.

4.3 Síntese de voz

De forma a incluir os jogadores com dificuldades visuais foi necessário que todo o conteúdo apresentado aos utilizadores pudesse ser sintetizado para voz. Para isso utilizou-se a Microsoft Speech API (Microsoft, 2012) que permite a sua integração e uso de forma rápida e simples.

No contexto da aplicação a integração foi realizada através de um *script*, *WindowsVoice.cs*, que associado às cenas disponibilizava métodos simples para gerir a síntese de voz. No Código 3 é possível verificar a invocação do método para iniciar a síntese, enviando por parâmetro o texto que se pretende sintetizar.

```
WindowsVoice.speak("Login - Swipe down to Sign Up");
```

Código 3 – Invocação do método para iniciar síntese de voz.

4.4 Reconhecimento de voz

Outra ferramenta utilizada para a inclusão de jogadores invisuais foi o reconhecimento de voz, possibilitando a navegação pelos diferentes menus utilizando comandos de voz e a introdução de novo conteúdo através da fala. No contexto deste projeto foram exploradas duas soluções diferentes fornecidas pelo Unity, o *DictationRecognizer* e o *KeywordRecognizer*.

- **KeywordRecognizer:** dado um conjunto de palavras é criado um *listener* que reage quando o utilizador diz as palavras identificadas;
- **DictationRecognizer:** procura identificar tudo o que o utilizador diz quando deteta algum discurso;

Utilizando o *KeywordRecognizer*, a identificação das *keywords* ocorria rapidamente e era possível navegar rapidamente pela plataforma, no entanto, acabou por ser adotada uma solução com o *DictationRecognizer*, uma vez que o *Unity* não permitia o uso simultâneo destas duas ferramentas e com o *KeywordRecognizer* era impossível identificar tudo o que o utilizador dizia, como era pretendido.

Utilizando o *DictationRecognizer* é possível realizar o mesmo que o *KeywordRecognizer*, verificando se o utilizador disse determinadas palavras, enquanto se realizava a deteção de todo o discurso. No Código 4 é possível identificar a criação de um *listener* que inicia o *DictationRecognizer* e executa a verificação referida quando deteta que o utilizador disse alguma coisa.

```
m_DictationRecognizer.DictationResult += (text, confidence) =>{
    if(text.Equals("up") || text.Equals("top") ){
        OnSwipeTop();
    }else if(text.Equals("down")){
        OnSwipeBottom();
    }else if(text.Equals("right")){
        createProfile.OnPhraseRecognized("right");
    }
}
```



```

        }else if(text.Equals("left")){
            createProfile.OnPhraseRecognized("left");
        }else{
            createProfile.handleDictation(text);
        }
    };

    m_DictationRecognizer.Start();
}

```

Código 4 - Criação e início do *DictationRecognizer*.

Caso o texto falado corresponda a um dos casos a verificar é executado o código correspondente aos diferentes movimentos na plataforma. No caso de o discurso não conter uma das palavras-chave, é invocado o método *handleDictation* do objeto *createProfile* onde se trata o texto identificado de acordo com a posição atual do utilizador na plataforma.

4.5 Beacons

O uso dos *beacons* na plataforma serve para aumentar as opções de inclusão na plataforma, permitindo criar jogos com uma ferramenta nova que permite aos utilizadores abordar a criação dos seus jogos de diferentes formas e com diferentes objetivos. No contexto deste problema optou-se pelo uso de *ranging*, referido no capítulo 4.1.1.2, o que permite procurar todos os *beacons* ao alcance da aplicação, permitindo comparar as suas características com as características registadas pelo utilizador.

No desenvolvimento desta funcionalidade usou-se a metodologia mencionada por (Paiva, 2016) e referida no capítulo 4.1.1 Beacon e iBeacon para o desenvolvimento de aplicações com *beacons*. Utilizando os cinco passos identificados será explicado de que forma foi integrada esta tecnologia com a plataforma:

1. Ao iniciar um jogo com perguntas que possuem *beacons* associados, a aplicação inicia a procura dos *beacons*, sendo essa procura iniciada sem qualquer necessidade de interação por parte do utilizador.
Ao utilizador é indicado que o jogo possui perguntas com *beacons* e que para ter acesso a essas perguntas deve encontrar esses *beacons*.
2. Ao encontrar um *beacon* o utilizador é informado que desbloqueou uma nova pergunta, sendo que a próxima pergunta a responder será essa pergunta desbloqueada.
3. A aplicação recebe a informação de que um *beacon* foi encontrado.
4. Quando a aplicação recebe a informação de que um *beacon* foi encontrado, nesse momento a aplicação processa essa informação e indica qual a resposta que deve ficar disponível para o utilizador responder de acordo com os dados recebidos do *beacon* encontrado, comparando os seus dados com os dados armazenados, previamente registados pelo utilizador;

5. A aplicação faz com que a pergunta que possui esse *beacon* associado fique disponível e seja a próxima pergunta a apresentar ao utilizador.

4.6 REST API

Para a comunicação com o servidor e com a 3.9 Base de dados foi criada uma REST API, que fornece à aplicação diferentes funções para utilizar para essa comunicação e troca de dados, sendo realizada de forma simples através de um URL, tal como representado no Código 5 onde está representado o pedido para editar as informações de um jogo. A estrutura do URL divide-se essencialmente em três partes: o URL base que é igual para todos os pedidos, até ao recurso que se pretende utilizar; o recurso que se pretende utilizar, sendo neste exemplo o *editarJogo*; os parâmetros a enviar para serem consumidos pelo recurso apresentado anteriormente.

<http://localhost:8080/TMDEI/rest/tmdei/editarJogo?tempo=121&pontuacaoPergunta=11&idJogo=1>

Código 5 - URL com pedido para a REST API.

Para o desenvolvimento da API foi criada uma *Java Web Application*, tendo sido criadas três classes base para o fluxo de dados:

- **Resource:** responsável pela comunicação entre a API e a aplicação. Recebe os pedidos, trata a informação recebida e invoca os métodos que comunicarão com a base de dados de forma a reencaminhar a respetiva resposta ao pedido recebido;
- **Facade:** camada intermédia utilizada para que a troca de dados entre a camada responsável pela comunicação com o exterior e a camada responsável pela comunicação com a base de dados não se realize diretamente;
- **DAO:** camada utilizada para separar as regras de negócio com as regras para acesso à base de dados. É responsável pela ligação à base de dados e pelo registo ou obtenção de dados.

Além destas classes foram criadas também classes que representam as diferentes entidades existentes na aplicação, utilizadas para o envio de informação, transformando-se essas classes em objetos JSON.

4.7 Fluxo de informação

O fluxo de informação na aplicação funciona através de pedidos a uma simples REST API externa, executada em Java, e que se conecta com a base de dados e fornece e armazena os dados necessários para a ocorrência deste fluxo.

No código em Unity o pedido à API é realizado de forma simples utilizando a classe WWW, fornecida pela API de *scripting* do Unity. Através dessa classe faz-se um pedido com um *url* e

dados a enviar, caso seja um pedido POST, e espera-se pela resposta do servidor. Este processo pode ser observado no Código 6, onde é exemplificado o exemplo do registo de um novo resultado, enviando no pedido os valores a guardar no servidor.

```
WWWForm form = new WWWForm();
form.AddField("POST","POST");
string url = GlobalVariables.url +
"inserirResultado?pontuacao="+pontuacao+"&idJogo=\""+
idJogo+"\"&idUtilizador=\""+GlobalVariables.idUtilizador+"\"";
WWW www = new WWW(url, form);
yield return www;
if (www.error == null){
    //Código a executar em caso de sucesso
    SceneManager.LoadScene("Menu Jogos");
}else{
    //Código a executar em caso de erro
}
}
```

Código 6 - Excerto de código do registo de um resultado.

A resposta da REST API geralmente encontra-se no formato JSON e para facilitar a leitura da informação foi utilizada uma classe *JsonHelper*, disponível *online* para ser utilizada. A sua utilização apenas exige que as classes possuam a estrutura de dados semelhante à estrutura do objeto JSON recebido e após invocar o método representado no Código 7, é recebido todo o conteúdo do ficheiro JSON.

```
JsonHelper.FromJson<CLASSE>(jsonString)
```

Código 7 - Invocação de método para ler dados de JSON.

5 Avaliação e experimentação

5.1 Hipótese

Este trabalho tem o objetivo de criar uma plataforma automática inclusiva de criação de jogos sérios. Para suportar os resultados do trabalho pretende-se testar a hipótese que verifica que é possível desenvolver uma plataforma na qual é possível a coexistência e cooperação entre jogadores com diferentes capacidades físicas. A hipótese definida foi a seguinte:

1. É possível criar um ambiente pré-existente, ou seja, uma plataforma, na qual os utilizadores, com ou sem dificuldades especiais, têm a capacidade para criar e editar jogos;

Para o teste desta hipótese e para a avaliação da plataforma desenvolvida foram definidas quais as grandezas a avaliar:

- Qualidade de *software*: no desenvolvimento de um produto de *software* educativo é imperativa a existência de boas práticas de engenharia informática e o cumprimento de determinados critérios de forma a garantir a sua qualidade;
- Usabilidade: é importante testar a facilidade com que os utilizadores utilizam a plataforma para conseguirem criar ou editar os jogos;
- Acessibilidade: uma vez que se trata de uma plataforma inclusiva, acessível às pessoas cegas e surdas e na qual serão criados jogos também acessíveis para eles, um aspeto importante a medir será a acessibilidade da mesma para esse tipo de utilizadores;
- Jogabilidade: é importante avaliar a jogabilidade dos jogos criados através da plataforma, avaliando a experiência que os jogadores têm ao jogar esses jogos criados através da plataforma em relação aos controlos e desafios do jogo;

5.2 Metodologia de avaliação

Para avaliar as diferentes grandezas serão utilizados diferentes métodos que passarão a ser explicados de seguida:

5.2.1 Quantitative Evaluation Framework (QEF)

O QEF é um método de avaliação quantitativa e que pode ser utilizado para avaliar a qualidade do *software* educativo, ou seja, permite avaliar com exatidão qual a percentagem de cumprimento dos critérios definidos para que seja possível atingir o hipotético *software* educativo ideal. (Escudeiro & Bidarra, 2008) Este método, foi utilizado para avaliação do trabalho realizado nas unidades curriculares de Conceção e Autoria Multimédia e Aplicações Gráficas Avançadas, no Mestrado em Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Este método avalia o *software* através de múltiplas dimensões, sendo que geralmente para a avaliação da qualidade de *software* educativo se utilizam as seguintes três dimensões (Escudeiro & Bidarra, 2008): domínio técnico, domínio ergonómico e domínio pedagógico.

No contexto deste projeto serão adotadas as seguintes dimensões no QEF:

- **Ergonómica:** Nesta dimensão serão analisados fatores como a usabilidade, jogabilidade, aspetos socioculturais e a acessibilidade da plataforma e dos seus jogos. Estes fatores testam a relação que existe entre os utilizadores e a plataforma, revelando de que forma o jogo está adaptado às características, gostos e necessidades desses utilizadores;
- **Pedagógica:** Esta dimensão avalia a capacidade dos jogos da plataforma em conseguir ensinar aos jogadores alguma coisa sobre a temática das suas perguntas;
- **Técnica:** Esta dimensão avalia aspetos mais técnicos relacionados com a plataforma, como as suas funcionalidades e questões relacionadas com o seu suporte e definições.

Cada dimensão é constituída por um conjunto de Fatores e cada Fator por um conjunto de requisitos, tendo cada requisito um peso para o cumprimento do Fator. Para determinar a percentagem de conclusão dos diferentes requisitos é necessário definir uma métrica de avaliação para cada requisito e determinar, de acordo com essa métrica, o que deverá estar implementado de forma a que determinada percentagem esteja concluída.

Estes fatores são, entre outros, as grandezas mencionadas, nomeadamente a acessibilidade, a usabilidade e a jogabilidade, tendo que ser definidos requisitos que devem ser cumpridos. De forma a completar esta avaliação realizada através do QEF, é importante avaliar a usabilidade, a acessibilidade e a jogabilidade através de inquéritos aos utilizadores, como é explicado no capítulo 5.2.2. Do resultado desses inquéritos são retirados os valores, geralmente as médias das respostas dadas, para preencher no QEF os fatores correspondentes às diferentes grandezas.

Utilizando este método é possível avaliar a qualidade de *software* educacional de forma quantitativa, sendo possível consultar mais detalhadamente o QEF do projeto nos Anexos, 7.1 QEF.

5.2.2 Inquéritos de satisfação

A usabilidade, a acessibilidade e a jogabilidade são grandezas que para serem testadas devem resultar da experiência de uso da plataforma e dos jogos por parte de utilizadores, por isso, para as avaliar serão realizados inquéritos de satisfação aos utilizadores.

Foram realizados questionários a utilizadores indiferenciados de diversas faixas etárias e diferentes áreas de conhecimento com o objetivo de testar diferentes grandezas, como a usabilidade, jogabilidade e suporte. Os utilizadores inquiridos não possuíam qualquer incapacidade, não sendo possível retirar conclusões acerca da acessibilidade da plataforma, no entanto, através dos resultados obtidos é possível retirar valor acerca das outras grandezas a avaliar.

A distribuição da plataforma ocorreu *online*, tendo sido fornecido aos utilizadores que se voluntariaram a testar, uma pasta onde encontravam um manual de utilização (anexo 7.5) e um executável da plataforma e um questionário (anexo 7.6), que podiam preencher localmente ou *online* através da plataforma *google forms*.

Aos utilizadores foi pedido para testarem a plataforma livremente e para responderem aos questionários, onde teriam que responder a questões com cinco hipóteses de resposta, de 1 a 5, numa escala onde 1 correspondia a “discordo completamente” e 5 a “concordo completamente” e também a uma questão aberta onde podiam deixar comentários, sugestões e/ou críticas à plataforma.

5.2.3 Comunidade científica

Outra forma utilizada para testar e validar o projeto desenvolvido é junto da comunidade científica da área de estudos em questão. Tendo por objetivo essa validação submeteu-se um artigo (anexo 7.4) para a 12ª conferência europeia sobre aprendizagem através de jogos (ECGBL), onde foi revisto e validado por duas vezes e publicado juntamente com outros trabalhos apresentados na conferência (Ciussi, 2018), tendo também sido apresentado um poster durante a conferência, que pode ser consultado no anexo 7.3.

5.3 Análise de resultados

Nesta secção serão analisados os resultados obtidos, analisando os resultados dos questionários e a utilização do QEF para avaliar as grandezas mencionadas no capítulo 5.1 e validar a hipótese proposta.

5.3.1 Questionários

Foram registadas 15 respostas válidas aos questionários. As respostas recebidas foram utilizadas para análise através de gráficos das diferentes grandezas a avaliar e também para preencher no QEF os respetivos campos, permitindo obter uma avaliação qualitativa e quantitativa. Nas tabelas: Tabela 5, Tabela 6 e Tabela 7 são apresentadas a contagem das respostas dadas para cada cotação e a respetiva média para cada pergunta.

Tabela 5 - Respostas sobre suporte.

Perguntas	Cotação					Média
	1	2	3	4	5	
Considera a instalação deste jogo simples?	0	0	1	2	12	4,73
A plataforma e o jogo funcionaram sem apresentar erros ou falhar?	0	0	0	4	11	4,73
Consegue iniciar a plataforma e os jogos de forma clara e simples?	0	0	2	5	8	4,4

Tabela 6 - Respostas sobre usabilidade.

Perguntas	Cotação					Média
	1	2	3	4	5	
Iniciar a aplicação é simples?	0	0	0	6	9	4,6
Terminar a aplicação é simples?	0	0	2	8	5	4,2
A interface da aplicação contribuiu para a sua motivação?	0	1	3	9	2	3,8
As instruções de jogo são claras, precisas e concisas?	0	1	2	4	8	4,27
A interação com a aplicação é intuitiva?	0	1	4	6	4	3,87
Era capaz de utilizar a aplicação sem instruções?	0	1	6	4	4	3,73
A navegação entre ecrãs é simples e consistente?	0	1	4	6	4	3,87
A velocidade de comunicação com a aplicação é adequada?	0	0	0	9	6	4,4
Recebe um feedback adequado pelas suas ações?	0	1	1	7	6	4,2
O conteúdo apresentado não possui erros gramaticais e/ou de sintaxe?	0	0	0	5	10	4,67

Tabela 7 - Respostas sobre jogabilidade.

Perguntas	Cotação					Média
	1	2	3	4	5	
Considera os jogos divertidos?	0	1	3	9	2	3,8
Considera o ritmo dos jogos satisfatório?	0	1	0	8	6	4,27
Considera os jogos desafiantes?	0	3	3	8	1	3,47
Considera que os resultados das suas ações/esforços são justos?	0	0	2	9	4	4,13
Considera fácil o acesso ao menu dos jogos?	0	1	3	5	6	4,07

Dados os resultados obtidos, será feita uma análise aos dados mais pertinentes através de gráficos. Através dos Gráfico 1, onde estão representadas as médias de valores das respostas, é possível verificar facilmente onde se localizam os resultados obtidos para cada uma das grandezas avaliadas. É possível observar que o resultado para as perguntas relacionadas com o suporte foram as mais elevadas e variaram menos. Por outro lado, é possível observar que existiram valores mais baixos para a usabilidade e jogabilidade, apresentando valores médios mais baixos e com maior variância.

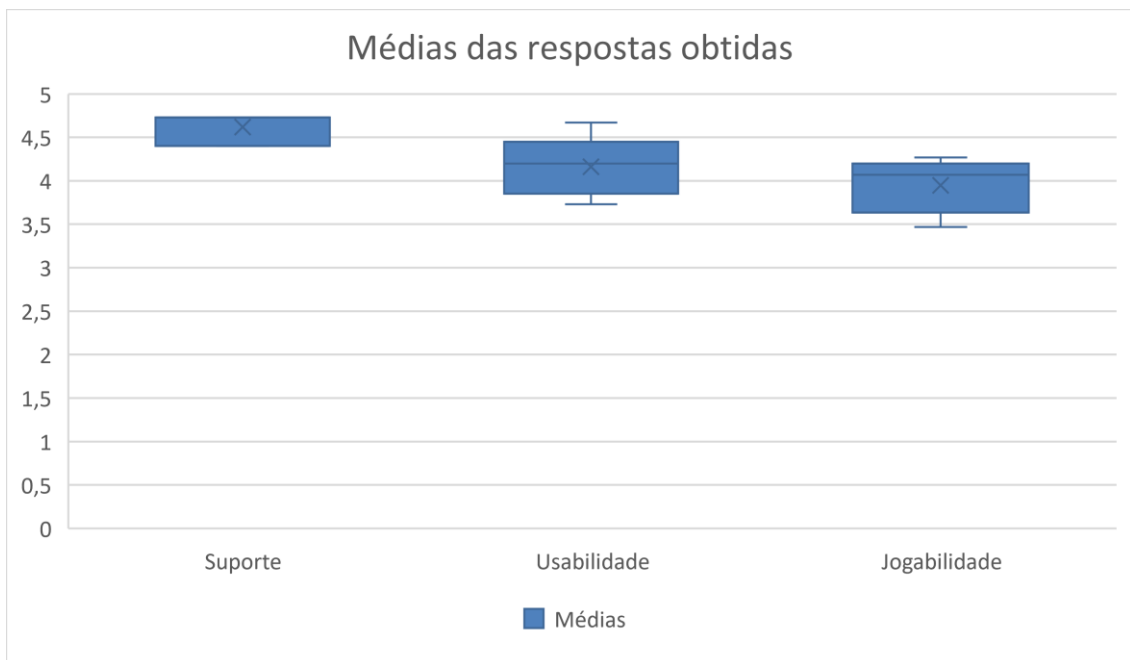


Gráfico 1 - Representação gráfica das médias das respostas obtidas.

No geral os resultados obtidos podem ser considerados muito bons, uma vez que o resultado mais baixo ronda os 3,5, entre o “não concordo nem discordo” e o “concordo”, sendo a média de resultados próxima do “concordo”. De seguida será realizada uma análise mais pormenorizada às respostas recebidas para cada pergunta dos questionários.

5.3.1.1 Suporte

As questões desta secção pretendiam avaliar questões técnicas relacionadas com o uso da plataforma, o seu suporte e definições.

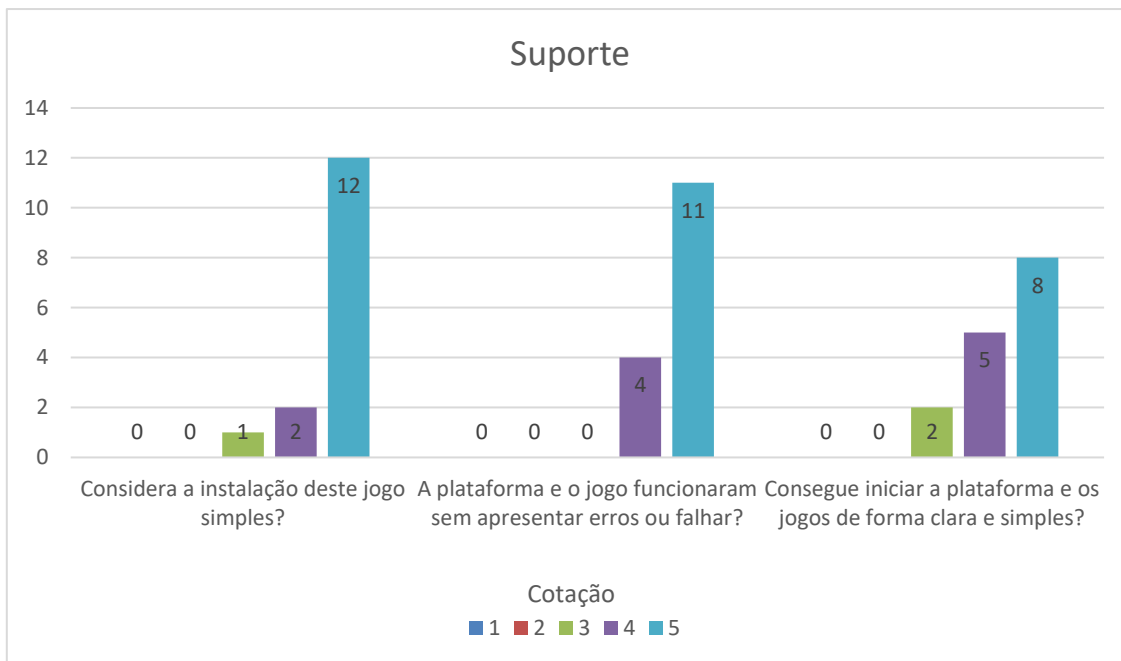


Gráfico 2 - Gráfico de barras para avaliação de respostas sobre suporte.

No Gráfico 2 é possível verificar que os utilizadores não tiveram grandes problemas relativamente ao suporte da aplicação, apresentando maioritariamente valores positivos - 5. Apenas à questão "Consegue iniciar a plataforma e os jogos de forma clara e simples?" foram obtidos resultados mais baixos, indicando possíveis problemas ou dúvidas relacionadas com o acesso a essas funcionalidades disponibilizadas na plataforma.

5.3.1.2 Usabilidade

As questões desta secção pretendiam avaliar como o utilizador se sentia e interagiu com a plataforma e os jogos.

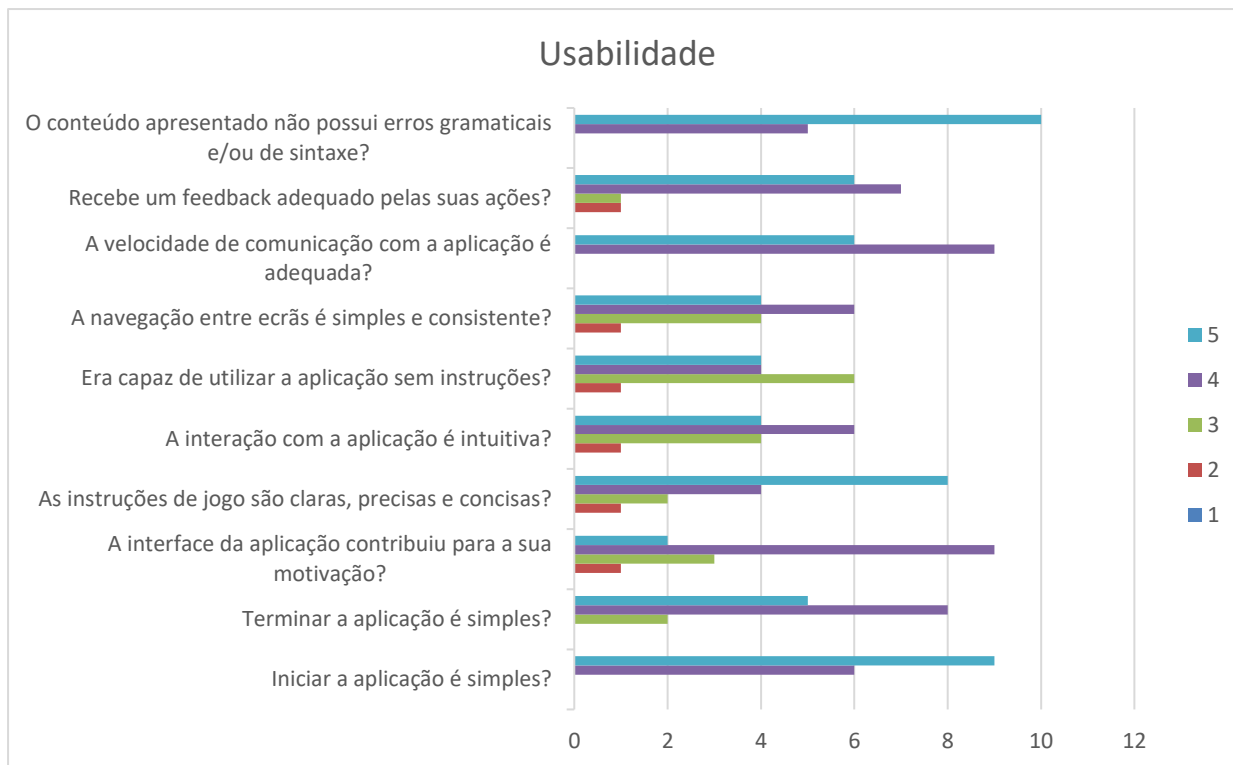


Gráfico 3 - Gráfico de barras para avaliação das respostas sobre usabilidade.

No Gráfico 3 é possível ver um resumo das respostas obtidas em relação à usabilidade da plataforma e dos jogos. É possível verificar que, mais uma vez, na grande maioria das perguntas, as respostas obtidas foram positivas, com valores entre 4 e 5, no entanto, existem alguns casos onde isso não se verificou e que merecem uma atenção especial.

Em questões diretamente relacionadas com a interação do utilizador com a plataforma, relativamente a questões como: o *feedback* recebido, a navegação entre ecrãs, utilização sem instruções, a facilidade em sair da aplicação, a motivação dada pela interface e a sua intuitividade, as respostas variam maioritariamente entre respostas entre os valores 3 e 4, o que indica que a interface não é de fácil de compreensão e por vezes causa problemas aos utilizadores.

Estes problemas podem justificar-se com o uso de uma interface diferente do habitual, o que leva a que os utilizadores fiquem confusos e frustrados nas primeiras utilizações dado que não sabem quais os comandos para navegar pela plataforma e estes não lhes são apresentados de forma correta. Uma forma de ultrapassar estes problemas passaria por apresentar no início do uso da plataforma os comandos necessários para essa navegação.

5.3.1.3 Jogabilidade

As questões desta secção pretendiam avaliar questões relacionadas com os jogos disponibilizados ao utilizador pela plataforma.

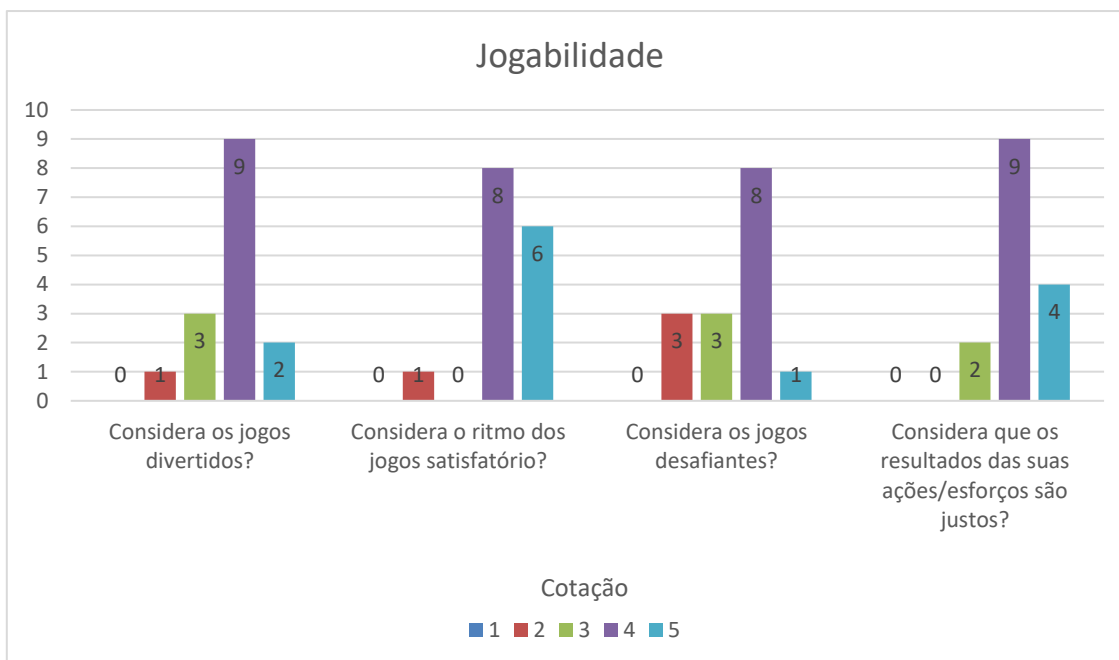


Gráfico 4 - Gráfico de barras para avaliação de respostas sobre jogabilidade.

No Gráfico 4 encontram-se representados os resultados das questões sobre a jogabilidade dos jogos apresentados na plataforma. No geral é possível verificar que as respostas foram maioritariamente 4 – “concordo”, indicando que os jogos têm uma boa jogabilidade, mas não a ideal, segundo a opinião dos utilizadores, no entanto, nas questões sobre a diversão e o desafio proporcionado foram dadas algumas respostas menos positivas, entre 2 e 3 (“discordo” ou “não concordo nem discordo”).

Uma das causas prováveis deste desagrado deve-se ao facto de que os jogos existentes na plataforma são criados e editados pelos outros utilizadores, por isso são eles quem definem a sua dificuldade e diversão, não sendo por isso um dado muito preocupante os resultados obtidos relativamente a este problema.

5.3.1.4 Questão aberta

Além das respostas analisadas nas secções anteriores, foi também feita uma pergunta de resposta aberta onde foram pedidos aos utilizadores comentários, sugestões e/ou críticas à plataforma.

Foram deixadas diferentes respostas: foram identificados alguns *bugs* que não haviam sido identificados, relacionados com a interface e a utilização dos elementos de acessibilidade; foram identificados problemas com uso e compreensão da interface, como por exemplo a falta de botões ou a pouca clareza ou falta de instruções de interação; sugestões de novas funcionalidades, tais como a edição e remoção de questões.

Estas respostas serão então utilizadas para definir o trabalho a realizar no futuro, procurando corrigir e melhorar o produto utilizando o *feedback* recebido pelos utilizadores.

A análise das respostas obtidas permite concluir que os utilizadores consideram a plataforma e os jogos que resultem dela boa ou muito boa, apresentando, no entanto, problemas em relação à interação, não sendo intuitiva e fácil de utilizar como se esperaria com a abordagem adotada. Apresenta também problemas em relação ao conteúdo dos jogos, o que será sempre uma realidade, uma vez que o conteúdo dos jogos é definido pelos próprios utilizadores da plataforma, por isso será uma variável impossível de controlar.

5.3.2 QEF – resultado

Utilizando o QEF é possível obter uma avaliação quantitativa da qualidade do software desenvolvido e é possível, através de várias medições ao longo das diferentes fases do projeto, controlar o trabalho já realizado e o que ainda falta realizar. Ao longo do desenvolvimento do projeto foram realizadas diferentes medições para realizar esse controlo, como é possível verificar na Tabela 8, onde se apresenta a data da medição e a percentagem atribuída ao trabalho para essa medição.

Tabela 8 - Resultado das diferentes medições do QEF.

Medição	Data	Resultado
1	10/08/2018	66%
2	31/08/2018	66%
3	10/09/2018	73%

Os valores apresentados não tiveram em conta os resultados dos inquéritos de insatisfação, uma vez que ainda não tinham sido realizados. Depois de obtidos os resultados dos inquéritos foi necessário o cálculo da percentagem de *feedback* positivo, considerando como positivas as respostas com os valores 4 e 5, permitindo assim preencher o QEF de acordo com esses valores, uma vez que as percentagens de realização das métricas relacionadas com as perguntas do questionário dependem dessa percentagem.

A última medição, disponível no anexo 7.1, onde já foram incluídos os resultados das respostas dos questionários, resultou numa percentagem final de 91%. Dado que se trata apenas de um protótipo o resultado é considerado muito bom, indicando que o trabalho proposto foi praticamente todo realizado. Outro aspeto que se pode retirar do QEF é o facto de estar bem identificado e definido o que não foi feito, sendo, portanto, fácil retirar essa informação para incluir numa próxima iteração de desenvolvimento do projeto.

6 Conclusão

Nos dias correntes promover a igualdade de oportunidades e a inclusão social das pessoas com deficiência é uma preocupação das sociedades modernas e do espaço Europeu da Educação (Comissão Europeia, 2010), no entanto, apesar dos avanços notórios na área da ciência e novas tecnologias, continuam a ser poucos os recursos que utilizadores com dificuldades visuais ou auditivas têm acesso no seu dia a dia, sendo ainda mais notória essa escassez na área dos jogos sérios educativos.

O projeto desenvolvido teve como objetivo a criação de um recurso que viesse preencher esse vazio existente, procurando contribuir para melhorar a inclusão social e acesso à educação das pessoas cegas e surdas, através de uma plataforma inclusiva para criação e edição de jogos sérios acessíveis a utilizadores com as incapacidades referidas.

Foi então desenvolvida uma plataforma inclusiva que permite a criação e edição de jogos sérios do género Quiz a todo o tipo de utilizadores, sendo também possível jogar os jogos existentes. Na criação dos jogos os utilizadores devem adicionar perguntas que podem ser de três tipos diferentes: perguntas normais, perguntas com uma imagem e respetiva descrição textual associada, para facilitar a inclusão dos utilizadores invisuais, e perguntas com *beacons* associados, permitindo uma maior interação com o ambiente envolvente.

Foi realizado um estudo do estado da arte para levantamento de características existentes e que poderiam ser úteis para o projeto, em diferentes aplicações da área de estudo do projeto. Toda a plataforma foi desenvolvida de forma a incluir os utilizadores surdos e cegos, tendo sido utilizados para isso diferentes mecanismos de *input* (comandos de voz, rato, teclado e toque) e diferentes mecanismos de *output* (visuais, sonoros, síntese de voz e vibração).

Durante o período de desenvolvimento do trabalho foram adotadas boas práticas de engenharia, tendo sido utilizado o QEF para avaliar iterativamente a qualidade da solução, apresentando no final um resultado de 91%. Foram realizados questionários de satisfação junto de utilizadores indiferenciados, depois destes terem interagido com a aplicação, onde se obtiveram respostas sobre o suporte, usabilidade e jogabilidade. Foram também publicados

um artigo e um poster na 12ª conferência europeia sobre aprendizagem através de jogos (ECGBL), obtendo desta forma validação por parte da comunidade científica.

Dados os resultados obtidos, apesar de não ter sido possível obter resultados da interação por parte de utilizadores com incapacidades, utilizando ferramentas de acessibilidade já usadas noutros projetos, com os mesmos propósitos em relação à acessibilidade que no projeto apresentado, é possível concluir que foi realizado o objetivo proposto, colocando à disposição das comunidades de utilizadores cegos e surdos mais uma ferramenta onde eles são incluídos com as restantes comunidades de utilizadores sem incapacidades, permitindo que todos os utilizadores utilizem a plataforma sem quaisquer restrições.

Terminando o desenvolvimento, utilizando o resultado dos inquéritos e do QEF foi feito um levantamento do trabalho futuro a realizar, que passa numa primeira fase pelo melhoramento da interação do jogo com o utilizador, tornando os comandos mais claros e disponibilizando uma maior ajuda aos novos utilizadores. Nesta fase será também realizada a validação junto das comunidades de utilizadores cegos e surdos, procurando obter *feedback* de forma a orientar o trabalho da fase seguinte.

Numa fase posterior serão desenvolvidas novas funcionalidades, que foram, entretanto, sugeridas nos questionários com utilizadores, tais como: possibilidade de ser multiplataforma e multijogador, estar disponível em diferentes idiomas, existir um mecanismo que permita a existência de jogos com diferentes dificuldades e onde seja também possível validar o conteúdo educativo dos jogos.

Referências

- 7-128 Software, 2007. *Scrambled Sayings*. [Online]
Available at: <https://www.7128.com/howtoplay/howtoplay-wpl03.html>
[Accessed 3 2 2018].
- A.Koen, P. et al., 2002. Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools, and Techniques. In: *The PDMA ToolBook 1 for New Product Development*. 1ª ed. Nova Iorque: Wiley.
- Anon., 1990. *IEEE standard glossary of software engineering terminology*. New York, NY: Inst. of Electrical and Electronics Engineers.
- AudioGames, 2006. *Welcome to The Curb Game!*. [Online]
Available at: <http://audiogames.net/thecurbgame/>
[Accessed 1 2 2018].
- Barlet, M. C. & Spohn, S. D., 2012. *Includification – A Practical Guide to Game Accessibility*.
- Beacon Ninja, 2014. *CSiBeacon Las Vegas*. [Online]
Available at: <http://beacon.ninja/csibeacon-las-vegas/>
[Accessed 4 2 2018].
- Bierre, K. et al., 2018. *Game Not Over: Accessibility Issues in Video Games*.
- Brauner, D., 2017. *APH's Math Robot: iOS Game*. [Online]
Available at: <http://www.perkinselearning.org/technology/posts/aphs-math-robot-ios-game>
[Accessed 3 2 2018].
- Ciussi, D. M. ed., 2018. *Proceedings of the 12th European Conference on Game-Based Learning ECGBL 2018*. Sophia Antipolis, France, Academic Conferences and Publishing International Limited.
- Comissão Europeia, 2010. *Estratégia Europeia para a Deficiência 2010-2020: Compromisso renovado a favor de uma Europa sem barreiras*, Bruxelas: s.n.
- Costa, D., 2013. *Blind Counter-Strike: Um jogo FPS para deficientes visuais*.
- Dahlstrom, E., Brooks, D. C., Grajek, S. & Reeves, J., 2015. *ECAR Study of Students and Information Technology*, Louisville, CO: ECAR.
- Denis, G. & Jouvelot, P., 2005. *Motivation-Driven Educational Game Design: Applying Best Practices to Music Education*. Paris, s.n.
- Escudeiro, P. & Bidarra, J., 2008. Quantitative Evaluation Framework (QEF). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, Janeiro.

Escudeiro, P. et al., 2015. *Virtual Sign – A Real Time Bidirectional Translator of Portuguese Sign Language*. Lisboa, s.n., pp. 252-262.

Ferry, H., 2010. *AbleGamers Awards Bioware's "Dragon Age: Origins" the 2009 Mainstream Accessible Game of the Year*. [Online]
Available at: <http://www.ign.com/articles/2010/01/04/ablegamers-awards-biowares-dragon-age-origins-the-2009-mainstream-accessible-game-of-the-year>
[Accessed 1 2 2018].

GMA Games, 2005. *Shades of Doom Version 1.2*. [Online]
Available at: <http://www.gmagames.com/sod.html>
[Accessed 2 2 2018].

Kirk, T., 2009. *Blind gamers play mainstream video games, too*. [Online]
Available at: <https://gamecritics.com/tera-kirk/blind-gamers-play-mainstream-video-games-too/>
[Accessed 1 2 2018].

Koen, P. et al., 2001. Providing Clarity and a Common Language to the "Fuzzy Front End".. In: *Research Technology Management*. s.l.:s.n., pp. 46-55.

Lindgreen, A. & Wynstra, F., 2005. Value in business markets: What do we know? Where are we going?. *Industrial Marketing Management* 34, pp. 732-748.

Malek, P., 2017. *What are region Monitoring and Ranging?*. [Online]
Available at: <https://community.estimote.com/hc/en-us/articles/203356607-What-are-region-Monitoring-and-Ranging>
[Accessed 14 2 2018].

MaRS Discovery District, 2012. Crafting Your Value Proposition. In: *Fundamentals of entrepreneurial management*. s.l.:s.n.

McWhertor, M., 2013. *FIFA 13 named Accessible Game of the Year by AbleGamers Foundation*. [Online]
Available at: <https://www.polygon.com/2013/1/2/3829090/fifa-13-named-accessible-game-of-the-year-by-ablegamers-foundation>
[Accessed 2 2 2018].

Microsoft, 2012. *Microsoft Speech API (SAPI) 5.3*. [Online]
Available at: [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/desktop/ms723627\(v=vs.85\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/desktop/ms723627(v=vs.85))

Moss, R., 2014. *Why game accessibility matters*. [Online]
Available at: <https://www.polygon.com/features/2014/8/6/5886035/disabled-gamers-accessibility>
[Accessed 1 2 2018].

Nedel, L., Pimenta, M. & Cheiran, J. F. P., 2011. *Inclusive Games: A Multimodal Experience for Blind Players*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), s.n.

Nicola, S., Ferreira, E. P. & Ferreira, J. J. P., 2012. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, pp. 661-703.

Paiva, N. A. L. d., 2016. *Desenvolvimento de uma APP Android e Plataforma Web para comunicação com Beacons*, Coimbra: s.n.

Peters, M., 2009. *Spot On: The blind gaming the blind*. [Online]
Available at: <https://www.gamespot.com/articles/spot-on-the-blind-gaming-the-blind/1100-6215457/>
[Accessed 2 2 2018].

Philips, 2014. *Mission Eureka | Philips Museum*. [Online]
Available at: <https://www.philips.nl/en/a-w/philips-museum/activities/mission-eureka.html>
[Accessed 4 2 2018].

RavennaToday, 2017. *Una caccia al tesoro digitale che vuole rivoluzionare l'insegnamento scolastico*. [Online]
Available at: <http://www.ravennatoday.it/scuola/una-caccia-al-tesoro-digitale-che-vuole-rivoluzionare-l-insegnamento-scolastico.html>
[Accessed 4 2 2018].

Sanz-Troyano, E., 2010. *Introducing Accessibility Features in Authoring Tools for Creating Accessible Educational Games: <e-Adventure>*.

Schultz, M., 2014. *Blindfold Sudoku*. [Online]
Available at: <https://blindfoldgames.org/2014/09/17/blindfold-sudoku/>
[Accessed 3 2 2018].

SciFY - Science For You, 2017. *SciFY - Science For You - Memor-i*. [Online]
Available at: <http://www.scify.gr/site/en/impact-areas-en/assistive-technologies/memorien>
[Accessed 5 2 2018].

Straub, J., 2015. *Disability Game Review: Mortal Kombat X*. [Online]
Available at: <https://dagersistem.com/all-review-list/disability-game-review-mortal-kombat-x/>
[Accessed 1 2 2018].

Vesselinov, R. & Grego, J., 2012. *Duolingo Effectiveness Study*, s.l.: s.n.

Williams, I., 2016. *How Blind Players Made a Text-Only RPG More Accessible*. [Online]
Available at: https://www.vice.com/en_us/article/exkxyp/materia-magica-blind-players-text-only-rpg
[Accessed 3 2 2018].

Woodall, T., 2003. Conceptualising 'Value for the Customer': An Attributional, Structural and Dispositional Analysis. *Academy of Marketing Science*.

7 Anexos

7.1 QEF

q	D	qi	Dimensão	Qj	p_{ij} (peso do Factor j na Dim i) [0,1]	Factor	pr_{jk} (peso do Requisito k no Factor j) [2, 4, 6, 8]	Requisitos	pc_k % de cumprimento do Requisito k [0,100]
91%	0,32	68,37879	Ergonomia	56,81818	0,3	Usabilidade	10	A interface gráfica apresentada ao utilizador contribui para aumentar a sua motivação	50
							10	As instruções de uso são claras, precisas e concisas	75
							10	O utilizador pode facilmente iniciar e terminar a plataforma e os jogos	75
							10	A interação com a plataforma e os jogos é intuitiva	50
							10	O utilizador consegue utilizar a plataforma e os jogos sem ler um manual	50
							10	É disponibilizado um botão de ajuda	0
							10	A navegação é consistente ao longo do uso e é realizada facilmente	50
							10	A velocidade de comunicação entre o utilizador e a plataforma e os jogos é adequada	100
							10	O conteúdo escrito/falado não contém erros gramaticais e de sintaxe	100
							10	A plataforma e os jogos são multi-plataforma	0
							10	O utilizador recebe feedback pelas suas ações	75
							10	O jogador controla as ações do jogo	50
		10	O uso de áudio melhora a jogabilidade	75					
10	O uso de vídeo melhora a jogabilidade	75							
10	Gráficos e imagens melhoram a jogabilidade	75							
10	O jogo é divertido de jogar	75							
10	O objetivo geral do jogo é apresentado no início do jogo	0							
10	O ritmo de jogo é satisfatório	75							
10	O jogo é desafiante	50							
10	O jogador sente que os resultados dos seus esforços / ações são justos	75							
10	É fácil de aceder aos menus do jogo	50							
10	Os produtos estão disponíveis em diferentes idiomas	50							
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							
10	A plataforma permite a criação de perguntas a utilizadores cegos	100							
10	A plataforma permite a criação de perguntas a utilizadores surdos	50							
10	A plataforma permite a edição de perguntas a utilizadores cegos	100							
10	A plataforma permite a edição de perguntas a utilizadores surdos	50							
10	Todo o conteúdo apresentado ao utilizador é possível de ser ouvido	100							
10	As imagens presentes nos jogos possuem uma descrição textual	100							
10	O contexto de aprendizagem está orientado para a taxonomia da Bloom	100							
10	O contexto de aprendizagem é apropriado para o conceito de jogo e jogabilidade	100							
10	O contexto de aprendizagem aborda eficazmente os objetivos de aprendizagem	100							
10	O jogo promove a auto-aprendizagem	100							
10	Existem atividades que promovem a avaliação da aprendizagem adquirida.	100							
10	O jogo promove auto-avaliação	100							
10	A avaliação do utilizador relaciona-se com a pontuação do jogo	100							
10	Cada jogador tem acesso à sua classificação e nível	100							
10	O jogo permite o desenvolvimento cognitivo para que o utilizador possa usá-lo em outros contextos	100							
10	O jogo desenvolve no utilizador a capacidade de avaliar criticamente e produzir novos conhecimentos	100							
100	100	100	Pedagogia	100	1	Aprendizagem			

95,57143	Técnica	100	0,65	<u>Funcionalidades</u>	10 Registo do utilizador 100 10 Login do utilizador 100 10 O utilizador tem acesso ao menu principal 100 10 O utilizador pode seleccionar um jogo existente para jogar 100 10 O utilizador tem acesso ao menu dos jogos 100 10 O utilizador pode iniciar o jogo escolhido 100 10 O jogador deve seleccionar a resposta correta para cada pergunta apresentada 100 10 No final do jogo é apresentado ao jogador o resultado final 100 10 O utilizador tem acesso ao menu para criação e edição de jogos 100 10 O jogador (tem acesso a criação de)/(pode criar) um jogo novo 100 10 O utilizador introduz o título do jogo 100 10 O utilizador indica qual o tempo limite do seu jogo 100 10 O utilizador pode adicionar perguntas 100 10 O utilizador introduz o texto da pergunta 100 10 O utilizador introduz as hipóteses de resposta 100 10 O utilizador indica qual a pontuação que o jogadores receberão com uma resposta correta 100 10 O utilizador pode associar uma imagem com descrição à pergunta 100 10 O utilizador pode associar um beacon à pergunta 100 10 O utilizador escolhe editar um jogo existente 100 10 O utilizador pode seleccionar qual o jogo que pretende editar dos jogos apresentados 100 10 O utilizador pode adicionar uma pergunta nova para editar um jogo 100 10 O utilizador pode aceder às instruções de uso da plataforma 100 10 O utilizador pode aceder às instruções dos jogos 100 10 O utilizador pode aceder às instruções para criação e edição de jogos 100 10 O utilizador poderá fazer logout da plataforma 100 10 O utilizador poderá sair da plataforma 100	100
		92,85714	0,2	<u>Suporte</u>	10 A plataforma e o jogo são estáveis e executam sistematicamente sem falhas 100 10 A instalação é fácil para o público alvo 75 10 Os dados do utilizador são assegurados em caso de falha no sistema 100 10 Os dados dos utilizadores estão protegidos contra acessos não autorizados 100 10 Procedimentos de segurança e anti-pirataria estão incluídos 100 10 Existe um ponto de entrada claro e simples para a plataforma e para os jogos 75 10 A plataforma e os jogos podem ser facilmente atualizados 100	100
		80	0,15	<u>Definições do Jogo</u>	10 A apresentação de conceitos é clara e oportuna 100 10 O modo competitivo (multijogador) está disponível 0 10 É fornecido feedback visual e auditivo para as ações relevantes do utilizador 100 10 Os controlos do jogo são os mesmos durante todo o jogo 100 10 As cores usadas são consistentes ao longo do jogo 100	100

7.2 Análise de Valor

7.2.1 Análise segundo o modelo de Peter Koen

Segundo (A.Koen, et al., 2002), o processo de inovação divide-se essencialmente em três fases: Fuzzy Front End (FFE), desenvolvimento de novos produtos (NPD) e a comercialização. A primeira fase, FFE, engloba as diferentes atividades que precedem o desenvolvimento de um novo produto, a segunda fase, NPD, engloba as atividades realizadas no desenvolvimento do novo produto, utilizando os resultados da fase anterior e a terceira fase, comercialização, engloba as atividades relacionadas com a introdução do novo produto no mercado.

Enquanto o NPD se caracteriza por ser uma fase com processos bem definidos e estruturados, transversais a todas as organizações, o FFE caracteriza-se pela imprevisibilidade, por ser por vezes caótico, por ter um investimento variável e possuir um elevado grau de incerteza (Koen, et al., 2001), sendo por isso, fica difícil comparar o FFE entre as diferentes organizações que o usam.

Para combater esse problema foi proposto um novo modelo, NCD (*New Concept Model*) que tinha o objetivo de melhorar a compreensão do FFE entre todos, utilizando termos que significassem o mesmo para todos, ou seja, uma linguagem comum.

O modelo divide-se essencialmente em três partes:

- O motor que representa a liderança, cultura e estratégia de negócio e que dirige os cinco elementos chave do modelo, controláveis pela organização;
- Os cinco elementos chave: Identificação de oportunidades, Análise de oportunidades, Geração e enriquecimento de ideias, Seleção de Ideias e Definição do conceito;
- Fatores influenciadores que são relativamente incontroláveis pela organização e podem ser: capacidades organizacionais da organização, ambiente externo (canais de distribuição, leis, clientes, competidores).

Os cinco elementos chave definem as atividades que se realizam no processo de inovação e estão estruturados circularmente e interligados, indicando que as ideias devem iterar entre os vários elementos e indicando também que o processo pode iniciar-se em qualquer um desses elementos.

De seguida será realizada a identificação, de acordo com o tema desta dissertação, dos diferentes elementos e de diferentes métodos/técnicas/ferramentas que possibilitam a sua análise.

7.2.1.1 Identificação de oportunidades

Neste elemento identificam-se oportunidades que poderemos vir a seguir e geralmente é orientado pelos objetivos definidos. Uma oportunidade pode ser: a resposta a uma ameaça competitiva; uma possibilidade de vantagem competitiva; a possibilidade de simplificação de

operações, acelerando-as ou reduzindo os seus custos; uma nova plataforma; um novo processo de fabrico; um novo produto; etc. A identificação de oportunidades pode surgir através da identificação de necessidades por parte de um utilizador ou através de problemas não detetados previamente e geralmente precede a geração e enriquecimento de ideias.

No contexto do tema do projeto, a oportunidade identificada foi a possibilidade exploração de uma área ainda pouco explorada, nomeadamente a área dos jogos educativos para um público alvo com necessidades especiais, neste caso, cegos e surdos. Para a identificação de oportunidades deve-se procurar prever o futuro, realizando para isso diversas atividades, como: análise de tendências tecnológicas, análise de tendências dos clientes, pesquisas de mercado e planeamento de cenários.

7.2.1.2 Análise de oportunidades

No elemento de análise de oportunidades avaliam-se oportunidades identificadas para verificar se valem a pena serem seguidas. Para que as oportunidades identificadas no elemento de *Identificação de Oportunidades* se concretizem em reais oportunidades de negócio e tecnológicas, é necessária informação adicional à capturada previamente. A captura de informações pode ser realizada por *focus groups*, estudos de mercado e/ou experiências científicas.

No contexto do tema do projeto é necessária uma análise mais aprofundada das soluções existentes no mercado a explorar, das reais necessidades que os jogadores surdos e cegos possuem na criação, edição e jogabilidade dos jogos e das tecnologias existentes e das que poderão, entretanto, surgir. Para realizar esta análise devem-se utilizar os mesmos métodos, ferramentas e técnicas utilizadas na identificação de oportunidades, mas de uma forma bastante mais detalhada e aprofundada.

7.2.1.3 Geração e enriquecimento de ideias

Este elemento está relacionado com o nascimento, desenvolvimento e maturação de uma ideia, num processo evolutivo, no qual as ideias são construídas, rejeitadas, combinadas, modificadas e atualizadas. Uma ideia pode ter várias iterações e mudanças enquanto é examinada, estudada, discutida e desenvolvida em conjunto com os outros elementos deste modelo. De forma a melhorar esta atividade deve procurar-se o contacto permanente com clientes e utilizadores e estabelecer parcerias de colaboração com outras empresas e instituições.

No contexto do tema do projeto, a geração e enriquecimento de ideias poderá surgir da realização de *brainstormings* ou através do contacto com criadores de *software* para utilizadores cegos ou surdos. Também é importante o contacto com os futuros utilizadores, de forma a descobrir as suas necessidades e poder ter ideias de acordo com essas necessidades específicas.

7.2.1.4 Seleção de ideias

Em muitos casos o problema que se enfrenta não é a falta de ideias, mas é selecionar as ideias que deverão ser exploradas de forma a atingir um maior valor de negócio, pois fazer uma boa seleção é crítico para a saúde e sucesso dos negócios.

A seleção pode ser uma simples seleção de entre as várias ideias ou pode ser um processo bastante complexo. Nesta fase do processo de inovação, como a informação é limitada e o nível de compreensão baixo, os processos de decisão são difíceis de implementar.

No contexto do tema do projeto, podem surgir diversas ideias para complementar o projeto já pensado, ideias essas que são discutidas com a orientadora do projeto e que poderão ser selecionadas se for considerado que acrescentarão valor ao projeto. Também podem surgir ideias que venham alterar o projeto mais aprofundadamente, caso se verifiquem uma ou mais ideias dessas, devem ser comparadas adequadamente entre todas e com a ideia a ser implementada naquele momento, de forma a que se siga a melhor ideia para o negócio, mesmo que implique uma reestruturação do que já existe.

7.2.1.5 Definição do conceito

A definição do conceito é o elemento final do modelo de definição de novos conceitos, sendo o único que permite avançar para a segunda fase do processo de inovação, o NPD. Deste modelo resulta uma especificação mais concreta do conceito, utilizando as melhores ideias selecionadas e um *business case*, que tem em consideração avaliações do mercado potencial e da concorrência, requisitos de investimento, riscos técnicos e comerciais e análise do risco global do projeto.

No contexto do tema do projeto, no seguimento deste elemento surgiram as especificações do conceito a avançar para a próxima fase do processo de inovação e que levam ao desenvolvimento do novo produto.

7.2.2 Perspetiva longitudinal de valor

De forma a definir a proposta de valor dos nossos produtos, devemos primeiro decompor e perceber os diferentes conceitos necessários para essa definição. O valor poderá ser considerado, segundo diferentes contextos teóricos, como as necessidades, desejos, interesses, padrões/critérios, crenças, atitudes e preferências (Nicola, et al., 2012), ou seja, se os produtos satisfazem as diferentes necessidades dos clientes.

No entanto, um produto pode satisfazer as necessidades dos clientes, de acordo com o ponto de vista da organização, mas podem haver clientes que não percebem o valor que o produto lhes oferece, isto acontece porque os clientes têm diferentes perspetivas de valor entre si e porque as organizações podem ter diferentes perspetivas de valor comparando com as perspetivas dos clientes, por exemplo, a organização é menos sensível ao preço, enquanto que o cliente é mais sensível à qualidade do produto. (Lindgreen & Wynstra, 2005)

O valor para o cliente pode ser considerado como a percepção que os clientes têm da vantagem que retiram dos produtos das organizações e que podem ocorrer como: uma redução de sacrifício; presença de benefício (através de atributos ou resultados); o resultado de qualquer combinação ponderada de sacrifício e benefício; ou uma agregação, ao longo do tempo, de qualquer um ou de todos. (Woodall, 2003)

Este valor pode então ser percebido de um ponto de vista longitudinal, ou seja, tendo por referência uma linha temporal do produto e que se divide em quatro fases diferentes (Woodall, 2003):

1. Pré-compra – nesta fase a organização tenta prever como os clientes percebem os seus produtos/serviços;
2. Compra – valor percebido pelo cliente no momento da compra do produto/serviço;
3. Pós-compra – resultados do uso e experiências dos clientes com o produto/serviço;
4. Depois da utilização/experiência – valor percebido pelo cliente no momento em que se livra do produto.

No contexto do tema do projeto, o produto oferecido trata-se de uma plataforma onde os utilizadores podem criar ou editar, de forma rápida e simples, jogos educativos, acessíveis a utilizadores cegos e surdos.

Pretende-se que os utilizadores antes de utilizarem a plataforma sintam a necessidade de a utilizarem, quer pela pouca quantidade de soluções semelhantes, quer pela facilidade, rapidez e custos associados ao seu uso. É importante que os utilizadores consigam perceber com clareza o valor que podem retirar do produto, para que quando atingirem as fases seguintes não sintam as suas expectativas defraudadas.

Nas fases de compra e de pós-compra, é importante que o produto atinja ou supere as expectativas dos utilizadores, possibilitando que utilizem as funcionalidades disponíveis sem entraves e problemas de compreensão, técnicos ou de outros tipos, evitando assim frustração e oferecendo real valor de utilização. Na última fase, quando o utilizador terminar a utilização da plataforma, deve sentir que realizou todas as suas necessidades e que o produto resultante, ou seja, o jogo criado, cumpriu os seus desejos e expectativas iniciais.

7.2.3 Método AHP

De forma a resolver problemas nos quais é necessário optar por uma decisão que envolva critérios e alternativas com graus de importância diferentes ou pesos variáveis é necessário o uso de métodos multicritério. As diferentes importâncias dadas a cada critério podem depender de diversos motivos, como por exemplo, valor para o cliente, percepção do cliente, etc. O uso do método de análise hierárquica (AHP) permite dividir o problema de decisão em diferentes níveis hierárquicos para facilitar a sua compreensão e avaliação.

No contexto do tema do projeto, o problema de decisão que surgiu foi sobre o género do jogo educativo que os utilizadores da plataforma teriam disponíveis para criar, sendo selecionados os géneros: Quiz, Aventura, Puzzle e Simulação como possíveis candidatos.

Na área dos jogos educativos não pode ser deixado de parte a preocupação com o interesse e motivação dos jogadores durante a sua experiência de jogo, com o objetivo de dar a devida importância a esse aspeto do desenvolvimento dos jogos, e seguindo o modelo apresentado em (Denis & Jouvelot, 2005), foram selecionados os critérios de Entretenimento, Desafio e Aprendizagem. Por fim, selecionou-se um último critério relativo à acessibilidade que deve estar especialmente presente nos jogos criados a partir da plataforma desenvolvida no âmbito deste projeto.

Sendo assim, os critérios selecionados foram: Entretenimento, que diz respeito à diversão proporcionada aos jogadores; Desafio, que diz respeito ao nível de desafio que o jogo proporcionará aos jogadores; Aprendizagem, que diz respeito à quantidade e qualidade de conteúdo educativo que estará disponível para os jogadores; Acessibilidade, que diz respeito à facilidade com que os jogadores cegos e surdos poderão jogar os jogos.

Tendo selecionado o problema, os critérios e as alternativas poderá então utilizar-se o método AHP para tomar uma decisão quanto ao género do jogo a escolher. De seguida serão apresentadas as diferentes fases do método até atingir o resultado final.

7.2.3.1 Fase 1: Construção da árvore hierárquica de decisão

Desta fase resulta uma árvore hierárquica, representada na Figura 22, que representa o problema a resolver, os critérios e as diferentes alternativas selecionadas.

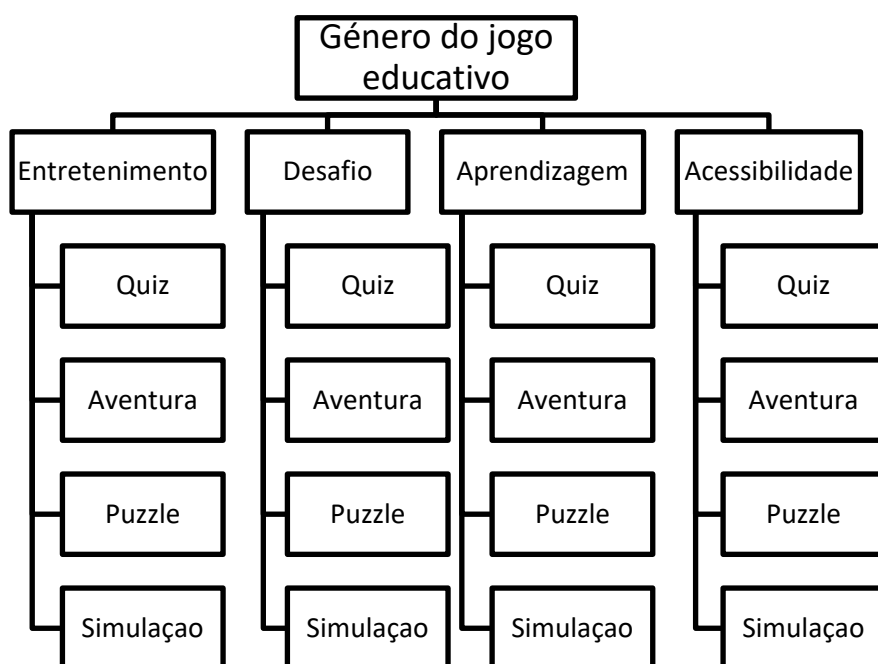


Figura 22 – Árvore hierárquica para decisão do género do jogo educativo a disponibilizar na plataforma.

7.2.3.2 Fase 2: Comparação entre os elementos da hierarquia

Na segunda fase estabelecem-se prioridades entre os diferentes critérios, Tabela 9, por meio de uma matriz de comparação (matriz A).

Tabela 9 – Matriz de prioridades entre diferentes critérios

	Entretenimento	Desafio	Aprendizagem	Acessibilidade
Entretenimento	1	1/2	1/4	1/3
Desafio	2	1	1/3	1/2
Aprendizagem	4	3	1	2
Acessibilidade	3	2	1/2	1

$$\text{Matriz de comparação } A = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/2 \\ 4 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix}$$

7.2.3.3 Fase 3: Prioridade relativa de cada critério

Nesta fase calcula-se a prioridade relativa de cada critério, sendo para isso necessário, numa primeira fase normalizar a matriz de comparação, dividindo cada valor da matriz pelo total da respetiva coluna. Na Tabela 10, abaixo apresentada, apresenta-se a soma dos valores de cada coluna, para posteriormente normalizar esses valores.

Tabela 10 – Soma total dos valores das colunas para normalizar

	Entretenimento	Desafio	Aprendizagem	Acessibilidade
Entretenimento	1	1/2	1/4	1/3
Desafio	2	1	1/3	1/2
Aprendizagem	4	3	1	2
Acessibilidade	3	2	1/2	1
Soma	10	13/2	25/12	23/6

Depois de normalizados os valores da matriz, deve-se obter o vetor de prioridades (ou vetor próprio), de forma a encontrar a ordem de importância de cada critério, para isso é calculada a média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada, como se apresenta na Tabela 11.

Tabela 11 – Matriz normalizada e vetor de prioridades calculado

	Entretenimento	Desafio	Aprendizagem	Acessibilidade	Prioridade Relativa
Entretenimento	1/10	6/13	3/25	6/69	0.1921
Desafio	1/5	2/13	4/25	3/23	0.1611
Aprendizagem	2/5	6/13	12/25	12/23	0.4658

Acessibilidade	3/10	4/13	6/25	6/23	0.2771
----------------	------	------	------	------	--------

7.2.3.4 Fase 4: Avaliar a consistência das prioridades relativas

Na quarta fase pretende-se testar o quanto os julgamentos foram consistentes em relação a grandes amostras de juízos completamente aleatórios, calculando a Razão de Consistência (RC). Caso a RC seja superior a 0.1, os julgamentos não serão confiáveis, não apresentando valores consistentes.

De forma a calcular a RC deve-se primeiro calcular o valor de λ_{\max} , que representa o valor próprio da matriz A e que se obtém a partir da equação

$$Ax = \lambda_{\max}x \quad (1)$$

,onde X é o vetor de prioridades da matriz A.

$$\begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/4 & 1/3 \\ 2 & 1 & 1/3 & 1/2 \\ 4 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 2 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.16 \\ 0.47 \\ 0.28 \end{bmatrix} \approx \lambda_{\max} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.16 \\ 0.47 \\ 0.28 \end{bmatrix} \Leftrightarrow \begin{bmatrix} 0.48 \\ 0.83 \\ 2.27 \\ 1.405 \end{bmatrix} \approx \lambda_{\max} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.16 \\ 0.47 \\ 0.28 \end{bmatrix}$$

O valor próprio da matriz A é então calculado como: $\lambda_{\max} = \text{média}\{0.48/0.19, 0.83/0.16, 2.27/0.47, 1.405/0.28\} = 4.39037$

Tendo calculado o λ_{\max} , deve-se calcular o Índice de Consistência (IC), que se obtém a partir da equação:

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

,onde n é a ordem da matriz A. O Índice de consistência (IC) é então calculado como: $IC = (\lambda_{\max} - n)/(n-1) = (4.39037-4)/(4-1) = 0.13$

Por fim, é necessário calcular a RC, que se obtém através da equação:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (3)$$

,onde IR é o índice aleatório calculado para matrizes quadradas de ordem n, pelo Laboratório Nacional de Oak Ridge, nos EUA. A Razão de Consistência (RC) pode ser calculada neste caso como: $\frac{IC}{0.90} = \frac{0.13}{0.90} = 0.014$, e como $0.014 < 0.1$, podemos concluir que os valores das prioridades relativas utilizadas estão consistentes.

7.2.3.5 Fase 5: Construção da matriz de comparação paritária para cada critério, considerando cada uma das alternativas selecionadas

Nesta fase devem ser repetidos os procedimentos para a construção da matriz de comparação e para determinar o vetor de prioridades, realizados desta vez para as alternativas e tendo em conta os diferentes critérios:

- **Entretenimento** - Tabela 12

Tabela 12 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de entretenimento

	Quiz	Aventura	Puzzle	Simulação
Quiz	1	1/4	1/2	2
Aventura	4	1	2	5
Puzzle	2	1/2	1	2
Simulação	1/2	1/5	1/2	1
Soma	15/2	39/20	4	10

Vetor prioridade: $\begin{bmatrix} 0.15 \\ 0.51 \\ 0.24 \\ 0.10 \end{bmatrix}$

- **Desafio** - Tabela 13

Tabela 13 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de desafio

	Quiz	Aventura	Puzzle	Simulação
Quiz	1	1/2	1/3	4
Aventura	2	1	1/2	5
Puzzle	3	2	1	6
Simulação	1/4	1/5	1/6	1
Soma	25/4	37/10	2	16

Vetor prioridade: $\begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.43 \\ 0.36 \\ 0.08 \end{bmatrix}$

- **Aprendizagem** - Tabela 14

Tabela 14 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de aprendizagem

	Quiz	Aventura	Puzzle	Simulação
Quiz	1	5	3	5
Aventura	1/5	1	1/3	1/2
Puzzle	1/3	3	1	2
Simulação	1/5	2	1/2	1
Soma	26/15	11	29/6	17/2

$$\text{Vetor prioridade: } \begin{bmatrix} 0.56 \\ 0.08 \\ 0.23 \\ 0.13 \end{bmatrix}$$

- **Acessibilidade** - Tabela 15

Tabela 15 - Matriz de prioridades entre diferentes alternativas para o critério de acessibilidade

	Quiz	Aventura	Puzzle	Simulação
Quiz	1	5	5	3
Aventura	1/5	1	2	1/3
Puzzle	1/5	1/2	1	1/3
Simulação	1/3	3	3	1
Soma	26/15	19/2	11	14/3

$$\text{Vetor prioridade: } \begin{bmatrix} 0.67 \\ 0.12 \\ 0.08 \\ 0.25 \end{bmatrix}$$

7.2.3.6 Fase 6: Obter a prioridade composta para as alternativas

Na sexta fase obtém-se a matriz de prioridades composta, correspondendo cada coluna ao vetor de prioridades das alternativas para cada critério e multiplica-se pelo vetor de prioridades da matriz A, resultando assim num vetor com um peso diferente para cada alternativa.

$$\begin{bmatrix} 0.15 & 0.18 & 0.56 & 0.67 \\ 0.51 & 0.43 & 0.08 & 0.12 \\ 0.24 & 0.36 & 0.23 & 0.08 \\ 0.10 & 0.08 & 0.13 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.16 \\ 0.47 \\ 0.28 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.51 \\ 0.24 \\ 0.23 \\ 0.16 \end{bmatrix}$$

7.2.3.7 Fase 7: Escolha da alternativa

Nesta última fase realiza-se a escolha da melhor alternativa de acordo com o vetor calculado anteriormente.

$$\begin{bmatrix} 0.15 & 0.18 & 0.56 & 0.67 \\ 0.51 & 0.43 & 0.08 & 0.12 \\ 0.24 & 0.36 & 0.23 & 0.08 \\ 0.10 & 0.08 & 0.13 & 0.25 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.19 \\ 0.16 \\ 0.47 \\ 0.28 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.51 \\ 0.24 \\ 0.23 \\ 0.16 \end{bmatrix}$$

Então, dados os resultados, a alternativa Quiz é a mais indicada para o género do jogo disponível na plataforma, em função dos critérios definidos e das suas respetivas importâncias, uma vez que possui um valor de 0.51, bastante superior ao valor para as outras alternativas.

7.3 Poster ECGBL

Meta-model of Serious Game Mechanics for Deaf and Blind

The platform built under this project contributes to improve social inclusion and access to education for deaf and blind people through an inclusive platform to promote the development of serious games.

Structure

The structure is divided into 3 layers:

- Presentation: interaction of the user with the platform and its content
- Business: constituted by the modules that have the necessary logic for creating and editing games and to play them
- Data: store and retrieve data stored in the system

Project architecture.

Interface

Navigation via 4 commands:

- Left / Right: Navigate the menus
- Up: confirms a choice or switches to the next screen
- Low: cancel or switch to the previous screen

Carousel based solution - easy and adapted navigation to the 4 existing commands

Creation/Edition of Games

Users can create and edit different games by defining different game properties, such as:

- Name of the game
- Limit time
- Score for correct answer

Different Questions

During the process of creating or editing the games it is possible to define questions with educational content and of different types:

Normal questions

Normal Questions - consist of a question with text and respective response options.

Questions with images

Questions with images - consisting of an image and a question on this picture. The image has a textual description for the blind players.

Questions with Beacons

Questions with Beacons - consisting of questions with text and/or images that are only available when the user encounters Beacons.

Normal Questions

Questions with images

Questions with Beacons

Accessibility and Inclusion

The accessibility and inclusion of the platform is achieved using different input and output mechanisms

Input mechanisms

- Mouse - navigation and data entry
- Voice - voice prompts with existing commands or new content
- Keyboard - navigation and data entry
- Touch - navigation and data entry

Output mechanisms

- Visual - graphic information available on the screens
- Sound - sound signals associated with user actions
- Vibration - vibrating indications associated with users actions
- Voice synthesis - conversion of the existing text into voice

Emanuel Rocha, 1130447@isep.ipp.pt, GILT - ISEP
 Paula Escudeiro, pmo@isep.ipp.pt, GILT - ISEP

7.4 Artigo ECGBL

Abstract: Promoting equal opportunities and social inclusion for people with disabilities is a concern of modern societies and the European Education Area. However, despite the evolution of science and the availability of new technologies to find solutions to combat this problem, there is still a great difficulty in communication with these communities in their daily life and in different environments in which they are inserted.

The educational environment is not currently prepared for these communities, which is a problem, since education has a great impact on the lives of all citizens and the existence of barriers limits future opportunities. The use of serious games in an educational environment stimulates learning and critical thinking, but despite the relevance of serious games regarding communication and social inclusion, from the information gathering we concluded that there are no large array of games and tools that facilitate its creation and are accessible to people with disabilities.

In this article we will discuss and present the architecture and the development of the platform that aims to improve social inclusion and access to education for deaf and blind people. For this purpose, we will provide tools which enable these communities to participate in the creation of educational games and also playing along with all other users of the platform, in order to overcome the communication difficulties and barrier faced by these communities in their daily life, especially in the educational environment.

The platform developed will allow the creation of educational games, of the genre Quiz with the possibility of integrating iBeacon technology, quickly and simply, by any and for any type of users. Both the platform and the resulting games will have input and output mechanisms that will allow the inclusion of users with disabilities, such as voice synthesis, Virtual Sign (two-way sign language translator) and voice command control.

Keywords: Accessibility; Blind and deaf users; Games for education; iBeacon; Inclusive platform;

7.4.1 INTRODUCTION

This article presents a proposal of an innovative platform that promotes equal opportunities for people with disabilities. This inclusive platform allows the creation/development of educational games by the deaf and blind communities and also offers the possibility to play along with all users. As it is still a work in progress, the result may suffer changes, however, in this document it will be explored and presented the work already done and what will be done, for the next period. The article will be divided into the following chapters:

1. Related Work - some case studies related to ours will be presented and analyzed. Some indicators will be defined which will be used for comparison with our work;
2. Development – presents the work already done and the work in progress to develop the platform;
3. Evaluation - the different evaluation methods to validate the work will be discussed. The Quantitative Evaluation Framework (QEF) (Escudeiro & Bidarra, 2008) evaluation method and knowledge tests to the target public, will be applied.

7.4.2 RELATED WORK

There are currently not many tools that offer or facilitate the possibility of creating and editing educational games accessible to deaf and blind communities. This chapter will analyze two existing tools which relate to our project, since they have characteristics or functionalities that have been identified as requirements of the platform to be developed.

7.4.2.1 Memor-i Studio

The Greek organization Science For You has developed the Memor-i Studio (SciFY - Science For You, 2017) platform, that allows anyone to create educational and accessible games, that are versions of the famous memory game, in which players must find two equal or interrelated cards from among the displayed on the screen face down.

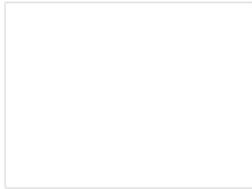
In order to make the game accessible, the turned cards also have sounds associated with them, which allows blind players to play, guiding themselves in the game using the arrow keys on their keyboard and receiving sound signals that indicate their position in the game.

The process of creating the games is relatively simple, as can be seen in Figure 23, it is only necessary to upload the images and their sounds and then the platform automatically generates the game, making the process simple.

Create a new card set

Card

Card image

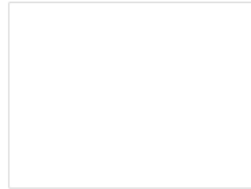


Select image

Suggested dimensions: 400 pixels (width), 600 pixels (height).

Card negative image (optional)

To help people with low vision



Select image

Suggested dimensions: 400 pixels (width), 600 pixels (height).

Card sound (.wav or .mp3 file))

Escolher ficheiro

Nenhum ficheiro selecionado

Maximum size: 3Mb.

Set description sound (optional)

What informative sound will the player listen when they find the pair (after the default success "clapping" sound)?

Sound probability

range: 0 to 100

Escolher ficheiro

Nenhum ficheiro selecionado

Maximum size: 3Mb.

Create

Cancel

Figure 23 – Screenshot of the menu for creating cards.

7.4.2.2 eAdventure

eAdventure (Sanz-Troyano, 2010) is a platform for the creation of educational video games, developed by eUCM, a research group from the Complutense University of Madrid, which allows the creation of adventure games of the point-and-click genre, which can have educational content, and provide different functionalities to help the game accessibility, namely: possibility of a mechanism to help players when they block somewhere in the game; content adaptation according to the level of difficulty of the game; and adaptation of the means of interaction with the player.

In game creation the developer can activate certain functions to make the game accessible, shown in Figure 24. One of these functions is the three existing input mechanisms: the mouse,

which allows the interaction normally used in point-and-click game types; the voice, which enables players who do not have the ability to use the mouse to use voice commands to interact with the game; and the keyboard, which can be used to enter text commands.

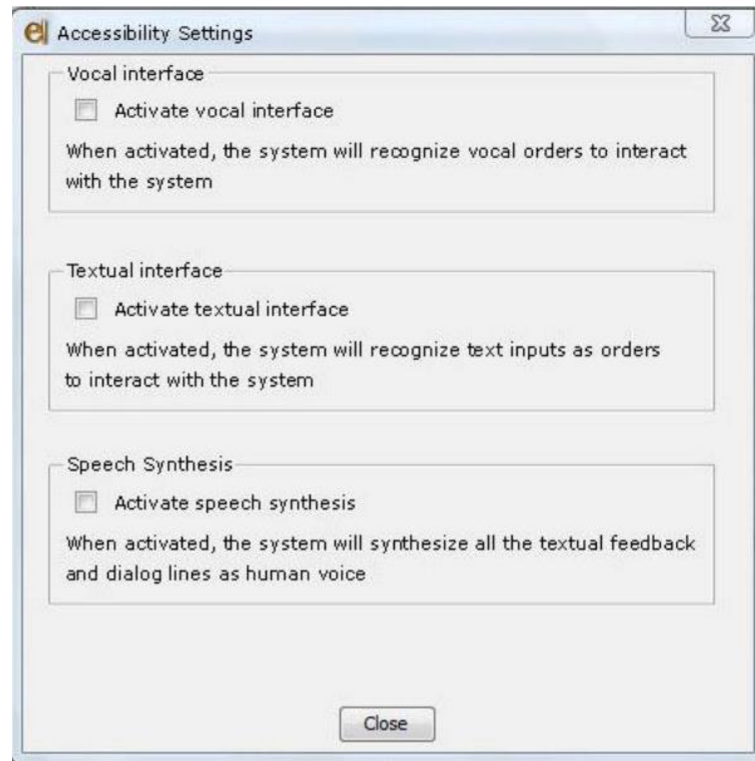


Figure 24 – Screenshot of the accessibility settings menu.

Another function relates to the output mechanisms: visual, sound and speech synthesis are available. These mechanisms give the developer more options to make the games more accessible; for instance, it is possible for the user to activate the option to expand the screen and it is possible to activate the voice synthesis, which interprets all the text of the game and presents it under the form of voice or descriptive sounds to facilitate the access to the blind players.

These two tools have characteristics and functionalities that are intended to be included in the platform to develop, namely:

- Easy creation of the games, without needing to provide much information;
- Possibility of associating sound with images;
- Use of different input mechanisms (mouse, voice and keyboard) and different output mechanisms (visual, sound and speech synthesis).

7.4.3 DEVELOPMENT

For the development of the platform, it was identified in the first phase its functional requirements, which allowed to define its operation flow. Then, the approach to be used in the solution interface and the architecture to be followed, to later carry out the development and evaluation of the solution. From the course of this chapter these phases will be explored and explained.

7.4.3.1 Operation flow

The platform aims at the possibility of editing and creation of games, of the genre Quiz, by any user, even with visual and auditory difficulties. To define the correct flow of the solution, its functional requirements have been raised, being:

- Registration and login system;
- Possibility of play, create or edit games;
- When playing, users listen to the question, the answer options and select the option that they consider correct;
- Users can create new games by defining the different questions and settings of the game (title, time limit, punctuation by correct answer);
- When defining a new question, users can associate images and their textual descriptive and/or Beacons, for a more diversified interactivity. Including Beacons is an innovative feature being essayed to promote interactivity.

7.4.3.2 Interface approach

The interface must be developed in such a way that its use is equally demanding to all users despite their disabilities, that is why it will work through card carousels, where the contents of the selected card are displayed, and the user can only perform four movements using different input methods (mouse, keyboard or tactile screen): left or right - navigate the different cards; up - confirms a choice/next screen; down - cancels/exits the current screen.

Using this method of navigation, it is possible to include the blind players since the commands are simple and do not need to be performed in a certain place of the application to work. Another advantage is the ease of use of auditory description, since only one card is presented at a time, then only information from that card will be displayed and the existence of sound or vibratory indications indicating an action performed by the user.

7.4.3.3 Solution architecture

The architecture of the solution consists essentially of two components, the user interface and the application. The user interface component is responsible for introducing users to the interface to interact with the platform and its content. The application component has all the logic of the implemented solution, such as the platform, which has the games and the REST API that will have as function register in the database the information of each user and the platform and its games.

7.4.3.4 Work to do

In addition to the work already done it is still necessary to develop the solution. This solution will be developed in Unity implementing all the features and characteristics defined previously.

7.4.4 EVALUATION

The evaluation will be carried out using different methods, aggregating different measures to guarantee an holistic evaluation. The criteria that will be evaluated include: software quality, usability, accessibility, gameplay and acquired knowledge. These criteria will be assessed using the methods explained in the following subchapters.

7.4.4.1 QEF

The QEF is a quantitative evaluation method that can be used to evaluate the quality of educational software. It allows to accurately assess the percentage of fulfillment of the defined criteria so that it is possible to achieve the hypothetical ideal educational software (Escudeiro & Bidarra , 2008). This method evaluates the software through multiple dimensions, and generally the following three dimensions are used to evaluate the quality of educational software in a quantitative way (Escudeiro & Bidarra, 2008): technical, ergonomic and pedagogical domain.

The following dimensions will be adopted:

- Ergonomics: encompasses usability, gameplay, sociocultural aspects and accessibility of the platform and its games. These factors test the relationship between users and the platform, revealing how the game is adapted to the characteristics, tastes and needs of the users;
- Pedagogical: this dimension assesses the ability of the platform games to teach players something about the topic of their questions;
- Technique: this dimension assesses technical aspects related to the platform, such as its functionalities and issues related to its support and definitions.

7.4.4.2 Results of satisfaction surveys

Satisfaction surveys shall be conducted to test usability, accessibility, and gameplay, using users' platform and game experiences, and using survey results to complete the QEF more correctly. These tests should primarily target users of deaf and blind communities, more specifically members of partner associations of our research group, who will be asked to use the platform and perform some tasks before responding to the survey.

In these questionnaires, specific closed questions will be asked, such as questions ranging from 1 to 5, to obtain useful information to be analyzed statistically. The average of the results, organized by criteria to be evaluated, are use to fill out the QEF.

7.4.4.3 Results of questionnaires on content

Proving the educational value of the games that can be created through the platform will require users to respond twice to the same questionnaires: some time before the experience,

to avoid memorizing the questionnaire, and right after the experience. Using this method, it is possible to know the knowledge that the players had about a certain theme before playing the game, through the first questionnaire, and after playing, through the second questionnaire.

Thus it will be possible to determine if the players have acquired knowledge by playing using a t-test, which is a statistical test that allows to verify if there is a significant variance between the means of two samples, in this case if there is a significant variance in the responses given by users.

7.4.5 REFERENCES

Escudeiro, P. & Bidarra, J., 2008. Quantitative Evaluation Framework (QEF). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, Janeiro.

Sanz-Troyano, E., 2010. Introducing Accessibility Features in Authoring Tools for Creating Accessible Educational Games: <e-Adventure>.

SciFY - Science For You, 2017. *SciFY - Science For You - Memor-i*. [Online]
Available at: <http://www.scify.gr/site/en/impact-areas-en/assistive-technologies/memorien>
[Accessed 5 2 2018].

7.5 Manual de utilização

7.5.1 Funcionamento

O funcionamento da plataforma e dos jogos assenta numa interface baseada em carrosséis de cartas, sendo que existem 4 comandos diferentes para navegar pelos diferentes menus, são eles:

- Direita e Esquerda: utilizados para navegar pelos diferentes menus
- Cima/Topo: utilizado para confirmar uma escolha, realizar uma ação (selecionar determinada opção) ou trocar para o próximo ecrã
- Baixo: utilizado para cancelar alguma escolha e para ir para o ecrã anterior (caso seja permitido)

Os comandos podem ser executados utilizando diferentes meios, sendo eles:

- Rato: arrastar o rato para a direita, esquerda, cima ou baixo
- Teclado: utilizando as setas para qualquer sentido
- Voz: utilizando os comandos de voz “right”, “left”, “down”, “top”/”up”

Além dos comandos, existem algumas cartas onde é pedido ao utilizador para introduzir determinados valores (textuais ou numéricos), sendo que o utilizador poderá introduzir esses valores através do teclado e/ou através da voz.

7.5.2 Exemplo de Utilização

Ao iniciar a aplicação é apresentado o menu de **Login**, caso não se tenha registado ainda, o utilizador deverá realizar o comando **baixo** (utilizando um dos diferentes meios indicados anteriormente), passando para o ecrã de registo.

No ecrã de **Registo** deve introduzir as informações para o registo e de seguida, depois de confirmar o registo, deve indicar as informações relativas a possíveis dificuldades que possa ter, utilizando o comando **Cima** para selecionar a(s) dificuldade(s) que possui.

No **menu Principal** pode selecionar se pretende jogar (**Jogos**), editar e/ou criar jogos (**Editar e Criar Jogos**), se pretende alterar as **Definições**, consultar as **Instruções** ou fazer **logout** ou **sair** da plataforma.

No **menu de Jogos** o utilizador pode escolher entre **Jogar** ou consultar as **Instruções de Jogo**. No caso de escolher jogar, são apresentados os diferentes jogos existentes, este deve escolher um e iniciar-se-á esse jogo, tendo para cada pergunta apresentada que selecionar a opção de resposta que considerar correta. Quando não houver mais perguntas ou o tempo limite acabar, o jogo terminará e será apresentado o resultado final.

No **menu de edição e criação de jogos** o utilizador pode escolher entre **Criar**, **Editar** ou consultar as **Instruções de criação e edição**. Na criação de novos jogos pode-se definir o **título**, o **tempo** e a **pontuação obtida** por cada resposta correta para o jogo, além disso é possível definir se o jogo poderá ser **editado** (utilizando o comando **Cima** para seleccionar/desseleccionar) e **adicionar novas perguntas**.

Ao seleccionar a opção de **criar novas perguntas**, o utilizador deve escolher uma de três opções (perguntas normais, com imagem ou com *beacon*), tendo depois que adicionar o conteúdo da pergunta: para todas as perguntas é necessário adicionar uma **descrição** e as respectivas **hipóteses** de resposta, utilizando o comando **Cima** para seleccionar a resposta correta.

A **edição de jogos**, depois de seleccionado o jogo a editar, permite definir um novo tempo e pontuação por resposta correta para cada jogo, bem como adicionar novas questões.

Nas **definições** da plataforma, definições que se adaptam às dificuldades do utilizador (indicadas por ele), é possível ativar as diferentes ajudas de acessibilidade:

- **Som**: todo o conteúdo apresentado será lido
- **Comandos de voz**: a plataforma responderá aos comandos de voz do utilizador
- **VirtualSign**: todo o conteúdo apresentado será traduzido para linguagem gestual

7.6 Questionário

7.6.1 Informação do Utilizador

Este questionário encontra-se online em: <https://goo.gl/forms/NXYz3I9EPHe4PHUC2>

Nome: _____ Idade: ____ Incapacidade: Nenhuma/ Visual/
Auditiva

Data: ___ / ___ / ____

7.6.2 Avaliação

Responda a estas questões, com uma cruz (X) na resposta que achas mais apropriada. Sendo que 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 corresponde a “concordo completamente”.

7.6.2.1 Suporte

- 1) Considera a instalação deste jogo simples?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 2) A plataforma e o jogo funcionaram sem apresentar erros ou falhar?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 3) Consegue iniciar a plataforma e os jogos de forma clara e simples?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7.6.2.2 Usabilidade

- 1) Iniciar a aplicação é simples?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 2) Terminar a aplicação é simples?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 3) A interface da aplicação contribuiu para a sua motivação?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 4) As instruções de jogo são claras, precisas e concisas?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 5) A interação com a aplicação é intuitiva?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 6) Era capaz de utilizar a aplicação sem instruções?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 7) A navegação entre ecrãs é simples e consistente?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 8) A velocidade de comunicação com a aplicação é adequada?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 9) Recebe um *feedback* adequado pelas suas ações?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
- 10) O conteúdo apresentado não possui erros gramaticais e/ou de sintaxe?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7.6.2.3 Jogabilidade

1) Considera os jogos divertidos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2) Considera o ritmo dos jogos satisfatório?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3) Considera os jogos desafiantes?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4) Considera que os resultados das suas ações/esforços são justos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5) Considera fácil o acesso ao menu dos jogos?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7.6.3 Observações

1) Como acha que a plataforma podia melhorar? Escreva a sua opinião, sugestões e/ou descrição de *bugs*.
