

BraveHearts AR – Diminuir o Medo na Cirurgia Pediátrica

Licenciatura em Engenharia Informática

Ricardo Miguel Lopes Pereira

Ricardo Veríssimo Silvério

Leiria, julho de 2024

BraveHearts AR – Diminuir o Medo na Cirurgia Pediátrica

Licenciatura em Engenharia Informática

Ricardo Miguel Lopes Pereira

Ricardo Veríssimo Silvério

Trabalho de Projeto da unidade curricular de Projeto Informático realizado sob a orientação do Professor Doutor Alexandrino Gonçalves, da Professora Doutora Anabela Marto, do Professor Doutor Nuno Rodrigues e do Professor Doutor Roberto Ribeiro

Leiria, julho de 2024

Dedicatória

Este projeto é dedicado, com muito carinho e gratidão, aos pequenos heróis da ala pediátrica do Centro Hospitalar de Leiria e às suas famílias. Que cada sorriso, descoberta e momento de alegria proporcionado por este jogo seja um alento e um incentivo nas suas jornadas.

Aos profissionais de saúde, cuja dedicação incansável inspira esperança e força em cada criança, expressamos a nossa profunda admiração e apreço. A concretização deste projeto não seria possível sem o apoio e trabalho obstinado de cada médico, enfermeiro, terapeuta e assistente, cuja missão de curar e confortar faz toda a diferença na vida de todos os pequenos pacientes.

Agradecimentos

Ao darmos como terminada esta enorme e importante caminhada das nossas vidas, gostaríamos de expressar os nossos sinceros agradecimentos a todos aqueles que estiveram presentes, nos ajudaram e, de alguma forma, tornaram este percurso tão especial.

Primeiro, gostaríamos de mencionar as nossas famílias, que sempre estiveram presentes e prontas a oferecer qualquer tipo de apoio necessário e que, por consequência, foram essenciais no nosso sucesso académico e no nosso desenvolvimento pessoal.

Em segundo, queremos destacar todos os nossos amigos e colegas de curso. Sem vocês, este percurso não teria o mesmo brilho. Não nos iremos esquecer de todos os momentos memoráveis de diversão e descontração que nos proporcionaram ao longo destes anos. Toda a ajuda prática e emocional que nos ofereceram ao longo deste tempo relevou-se essencial na conclusão bem-sucedida deste desgastante e árduo percurso académico.

Importa, também, realçar o papel fundamental que o Professor Doutor Roberto Ribeiro, a Professora Doutora Anabela Marto, o Professor Doutor Alexandrino Gonçalves e o Professor Doutor Nuno Rodrigues tiveram no desenvolvimento deste projeto. Sem a vossa presença neste processo, não seria possível atingir os patamares que alcançámos. Agradecemos por todas as dicas, ajudas e conhecimentos que nos passaram ao longo deste semestre, assim como por toda a disponibilidade que mostraram.

Por fim, queremos agradecer às profissionais de saúde do Centro Hospitalar de Leiria, Carolina Frias e Isabel Governo. A vossa disponibilidade em responder às nossas questões, assim como os *insights* que proporcionaram revelaram-se essenciais, permitindo obter uma boa conclusão para este projeto e, como tal, ao nosso percurso académico, no âmbito da conclusão da licenciatura.

Resumo

A tecnologia encontra-se em constante evolução, tendo um impacto inegável na sociedade e uma presença e influência notória no dia a dia de qualquer indivíduo. Aliada a esta exponencial evolução, presencia-se um incremento no conhecimento e acesso a informação, que resulta, inevitavelmente, em mais preocupações. Contudo, a tecnologia permite, também, desenvolver um vasto leque de soluções e, consequentemente, oferecer uma maior capacidade de resposta.

Releva mencionar que, atualmente, uma das preocupações no seio hospitalar prende-se com a fraca capacidade de gerir emoções, como a ansiedade, o medo e o stress, que os pacientes pediátricos apresentam, nos momentos pré e pós intervenção cirúrgica.

O presente projeto materializa, precisamente, uma aplicação da tecnologia para dar resposta a esta preocupação, com a qual são confrontadas inúmeras famílias, anualmente. Devido às características únicas das crianças, existe a necessidade de desenvolver estratégias que permitam reduzir estas emoções negativas.

Neste seguimento, este projeto tem como principal objetivo aliar a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) à ludoterapia, uma estratégia amplamente utilizada para mitigar as emoções negativas, no caso concreto, adaptada às necessidades e características únicas das crianças, enquanto público-alvo. Deste modo, afigura-se perentório o desenvolvimento de um jogo com recurso à RA, que se apresente aos jogadores, neste caso, aos pacientes pediátricos, como uma ferramenta de redução das emoções negativas. Mais especificamente, proporcionar aos seus utilizadores experiências positivas de relaxamento, diversão e companheirismo, enquanto os educa sobre os procedimentos pré-cirúrgicos aos quais serão submetidos.

Com o intuito de implementar a melhor solução possível, foi realizada uma extensa pesquisa sobre as temáticas em questão. Nesta senda, o jogo foi desenvolvido através do *software* Unity, idealizado para dispositivos móveis, e, como tal, possui uma interface eminentemente intuitiva. Importa notar que o jogo é constituído por uma introdução, um jogo de memória focado na vertente lúdica, minijogos concentrados na aprendizagem de três processos pré-cirúrgicos, sugeridos por uma equipa de enfermeiras do Centro Hospitalar de Leiria, um mecanismo de recompensa que motiva o utilizador a continuar a jogar e uma

finalização. De modo a aperfeiçoar a explanação dos procedimentos médicos e a priorizar a positividade da experiência foi elaborada uma narrativa cativante à volta do jogo, envolvendo um *buddy*, que acompanha o jogador enquanto este joga, e alguns dos seus companheiros.

Face aos resultados obtidos, parece adequado afirmar que o objetivo foi alcançado com sucesso. Concretizou-se a ambição de desenvolver um jogo de RA capaz de transmitir informação e educar sobre os procedimentos médicos. Foram realizadas avaliações no âmbito de usabilidade do jogo em questão, que obtiveram resultados considerados excelentes. Nesta sequência, é possível afirmar que o jogo desenvolvido encontra-se pronto para a realização de avaliações, em locais apropriados e com o público-alvo, de forma a apurar capacidade de este reduzir as emoções negativas supramencionadas.

Palavras-chave: Emoções, Ludoterapia, Realidade Aumentada, Tecnologia, Unity

Abstract

Technology finds itself in constant evolution, exerting an undeniable impact on society and playing a significant role in the daily activities of individuals. This exponential evolution is accompanied by an increase in knowledge and access to information, inevitably leading to more concerns. However, technology facilitates the development of a wide range of solutions and, consequently, enhances our response ability to various challenges.

One pressing concern in hospital environments today is the management of emotions such as anxiety, fear and stress in pediatric patients before and after surgical interventions. This project addresses this concern, which affects many families annually. Given the unique characteristics of children, there is a need to develop strategies that alleviate these negative emotions.

In this context, this project aims to integrate Augmented Reality (AR) with Child Centered Play Therapy, a well-established strategy for mitigating negative emotions tailored to the specific needs and characteristics of children, as the target audience. Therefore, the development of a game using AR becomes essential, serving as a tool for pediatric patients to reduce negative emotions. More specifically, providing users with the positive experiences of relaxation, fun and companionship while educating them about the pre-surgical procedures that they will undergo.

Aiming to develop the best solution possible, extensive research about relevant subjects was conducted. The game was developed using Unity software, designed for mobile devices and features an intuitive interface. With this, the game comprises an introduction, a memory game focused on the playful aspect, mini games that emphasize learning about three pre-surgical procedures, a mechanism to motivate users to continue playing and an ending. To enhance the clarity of the medical procedures and to prioritize a positive experience, a captivating narrative was written about the game, involving a buddy character that accompanies the player along the game and several of his partners.

Based on the obtained results, it seems appropriate to state that the objective was successfully achieved. The ambition of developing an AR game capable of transmitting information and educating its players about surgical procedures was realized. Evaluations about the game's usability were conducted and revealed excellent results. Consequently, it

can be affirmed that the game is ready to be evaluated in appropriate places by the target audience, with the goal of accessing its capability to reduce the aforementioned negative emotions.

Keywords: Emotions, Child Centered Play Therapy, Augmented Reality, Technology, Unity

Índice

Dedicatória.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Lista de Figuras.....	xii
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de siglas e acrónimos	xv
1. Introdução	1
2. Estado da Arte	3
2.1. Realidade Aumentada	3
2.1.1. Tipos de Realidade Aumentada	5
2.1.1.1. Realidade Aumentada baseada em marcadores	5
2.1.1.2. Realidade Aumentada baseada na localização	6
2.1.1.3. Realidade Aumentada baseada na projeção.....	6
2.1.1.4. Realidade Aumentada baseada na superimposição	6
2.1.1.5. Realidade Aumentada baseada na delineação	7
2.1.2. Tecnologias utilizadas	7
2.1.2.1. <i>Hardware</i>	7
2.1.2.2. <i>Software</i>	8
2.2. Estudo referentes a artigos científicos	8
2.3. Desafios e considerações.....	10
3. Proposta da Solução	12
3.1. Requisitos	12
3.1.1. Requisitos funcionais.....	12
3.1.2. Requisitos não funcionais	13

3.2.	Arquitetura da solução	14
3.2.1.	Camada de apresentação	14
3.2.2.	Camada de lógica de Jogo	14
3.2.3.	Camada de recursos.....	14
3.3.	Vertente Didática.....	15
3.4.	Vertente Lúdica	15
3.5.	Desenvolvimento do protótipo não funcional	15
3.6.	Dispositivos Android	20
3.7.	Jogo de memória com a Framework Vuforia	21
4.	Desenvolvimento.....	22
4.1.	<i>Software Unity</i>.....	22
4.1.1.	Recursos	22
4.1.2.	Editor	23
4.1.3.	<i>Packages</i>	23
4.1.4.	<i>Scenes</i>	25
4.1.5.	Sistema de partículas	25
4.1.6.	Áudio	26
4.1.7.	<i>Scripts</i>	26
4.1.8.	<i>AR Session e XR Origin</i>	27
4.1.9.	<i>Prefabs</i>	27
4.1.10.	Animações	28
4.2.	<i>Software Blender</i>.....	29
4.2.1.	Modelação	29
4.2.2.	Texturização	29
4.2.3.	Exportação de modelos	29
4.3.	Jogo BraveHearts AR	30
4.3.1.	<i>Buddy</i>	30
4.3.2.	<i>Start Scene</i>	31
4.3.3.	Jogo de memória	32

4.3.4.	Minijogos	36
4.3.4.1.	Minijogo 1 – Penso EMLA	37
4.3.4.2.	Minijogo 2 – Garrote	40
4.3.4.3.	Minijogo 3 – Cateter	41
4.3.5.	Recompensar o jogador	43
4.3.6.	<i>End Scene</i>	45
4.3.7.	Sistemas de demonstração de progresso	45
5.	Testes.....	47
5.1.	Planeamento e execução	47
5.2.	Apresentação e discussão de resultados.....	49
6.	Conclusão e Trabalho Futuro.....	54
	Bibliografia	57
	Apêndices	60
	Anexos	64
	Glossário	68

Lista de Figuras

Figura 1 - Cronograma com as fases de desenvolvimento	1
Figura 2 - Diagrama de Milgram adaptado	5
Figura 3 - Arquitetura do projeto.....	14
Figura 4 - Fluxo de Jogo.....	16
Figura 5 – Protótipo não funcional (introdução)	16
Figura 6 - Protótipo não funcional (jogo de memória)	18
Figura 7 - Protótipo não funcional (exemplo de minijogo)	19
Figura 8 - Protótipo não funcional (recompensar o jogador)	19
Figura 9 - Protótipo não funcional (fim do jogo)	20
Figura 10 – Demonstração do editor Unity com destaque para as 4 secções de trabalho principais	23
Figura 11 - <i>Package Manager Window</i> do editor Unity	24
Figura 12 – <i>Buddy</i> , o pássaro Alfredo	31
Figura 13 - <i>Start scene</i>	32
Figura 14 – Exemplo de marcador	33
Figura 15 - Diagrama processo do jogo de memória.....	33
Figura 16 - Jogo de memória (estado inicial)	35
Figura 17 - Jogo de memória (par encontrado)	36
Figura 18 - Jogo de memória - visão externa (não é um par)	36
Figura 19 - Jogo de memória (finalizado)	36
Figura 20 - Minijogo 1 (estado inicial).....	39
Figura 21 - Minijogo 1 (finalizado)	39
Figura 22 - Minijogo 2 (estado inicial).....	41
Figura 23 - Minijogo 2 (finalizado)	41
Figura 24 - Minijogo 3 (estado inicial).....	42
Figura 25 - Minijogo 3 (finalizado)	43
Figura 26 - Procura dos ovos (estado inicial)	44
Figura 27 - Procura dos ovos (ovo encontrado)	44

Figura 28 - Procura dos ovos (congratulação)	44
Figura 29 - <i>End scene</i>	45

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultados questionário demográfico	50
Tabela 2 - Resultados questionário SUS	51

Lista de siglas e acrónimos

AR	<i>Augmented Reality</i>
BSDF	<i>Bidirectional Scattering Distribution Function</i>
RA	Realidade Aumentada
RM	Realidade Mista
RV	Realidade Virtual
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SUS	<i>System Usability Scale</i>
UI	<i>User Interface</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>
3D	Três dimensões

1. Introdução

A cirurgia pediátrica, enquanto ramo da medicina, encontra-se em constante evolução, como tal, realizam-se milhões de intervenções cirúrgicas em pacientes pediátricos anualmente, sendo diversas as razões que contribuem para estes números. Isto motiva, então, a procura pelo aperfeiçoamento da experiência das crianças e das suas famílias e, também, a necessidade de adoção de estratégias que visão diminuir o medo, ansiedade e o stress pré-cirúrgico associados a estes tipos de intervenções. Considerando as características dos pacientes em causa, nomeadamente, o facto de não possuírem um conhecimento dos procedimentos a que serão submetidos, a adoção de medidas que reduzam o medo, a ansiedade e o stress, releva-se de extrema importância, independentemente da gravidade de cada intervenção. Neste seguimento, dentro deste leque de estratégias temos a ludoterapia, que consiste no uso de jogos que permitem e incentivam as crianças expressar as suas emoções e familiarizarem-se com o ambiente e procedimentos a que serão submetidas.

Atualmente, uma das tecnologias que se tem vindo a aliar à ludoterapia é a Realidade Estendida (RE), onde se incluem a Realidade Aumentada (RA) e a Realidade Virtual (RV). Esta tecnologia já tem vindo a ser utilizada no desenvolvimento de jogos e aplicações, desenhados com o intuito de preparar as crianças para as emoções e ambientes que irão encontrar durante os procedimentos pré e pós intervenções cirúrgicas [1], [2], [3], [4].

Assim, este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um jogo, para dispositivos móveis, utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada e o motor de jogo Unity [5]. O jogo visa, essencialmente, educar as crianças sobre as fases da sua operação, tendo sido implementado um conjunto de estratégias de ludoterapia, previamente definidas com uma equipa de enfermeiras do Centro Hospitalar de Leiria.

Durante o desenvolvimento do projeto foram realizadas reuniões semanais com os orientadores do projeto, com o intuito de apresentar o trabalho realizado durante a semana, ou seja, entre cada reunião, de modo a possibilitar a discussão de ideias sobre o mesmo. Desta forma, era, também, definido o trabalho futuro a realizar e a apresentar na reunião subsequente. Para além disso, as reuniões permitiram a colocação e esclarecimento de dúvidas, algo que se afigurou essencial ao desenvolvimento do projeto, especialmente

devido à grande disponibilidade dos orientadores em responder às questões levantadas. Importa realçar que, estas reuniões mostraram-se indispensáveis a todo o processo de desenvolvimento do projeto, já que facilitaram, imensamente, a definição do caminho a prosseguir, contribuindo, vastamente, para a resolução de problemas e permitindo manter um fluxo de trabalho constante e coeso.

Ainda a este respeito, foi realizada uma reunião com as profissionais de saúde do Centro Hospitalar de Leiria, Carolina Frias e Isabel Governo. A presença destas duas profissionais de saúde mostrou-se fundamental, uma vez que, estas providenciaram uma visão diferente e mais adequada sobre o ambiente hospitalar e o trabalho pediátrico, algo que permitiu repensar e ajustar algumas funcionalidades do jogo, de modo a melhor adaptar o mesmo ao público-alvo. Esta reunião revelou-se, também, essencial na definição de alguns aspetos importantes sobre o projeto, nomeadamente na tomada de decisões relativas à apresentação dos utensílios médicos, e na discussão de ideias para o funcionamento do jogo.

De modo a assegurar a organização durante o processo de desenvolvimento foi utilizada a plataforma Trello [6], uma ferramenta de gestão de projetos, que utiliza quadros, listas e cartões para organizar tarefas e projetos de forma visual. Esta, permite melhorar a colaboração de equipa, ajudando a acompanhar o progresso de certas tarefas e priorizar atividades com facilidade.

Releva, ainda, mencionar que foi, também, elaborado um cronograma com a expectativas de intervalos de tempo necessários para realizar cada fase do projeto. Este cronograma foi atualizado de modo a corresponder mais corretamente à linha temporal de execução do projeto.

Na Figura 1 é apresentado o cronograma com os intervalos de tempo relativos a cada fase do projeto.

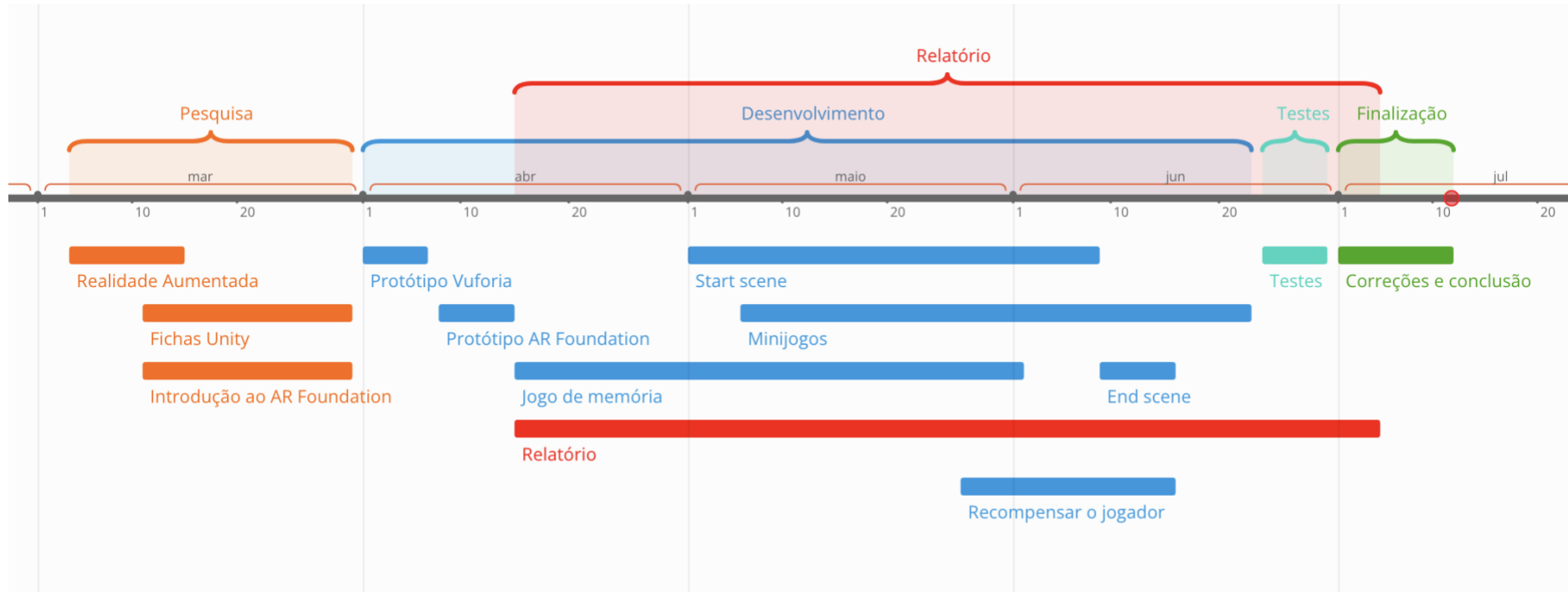


Figura 1 - Cronograma com as fases de desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do projeto começou com uma pesquisa *online* e respetiva análise de conteúdo sobre o tema da Realidade Aumentada, abrangendo as diversas abordagens ao seu desenvolvimento, tecnologias utilizadas e aplicações reais, com especial incidência na área da medicina. A preparação teórica proporcionada por esta pesquisa revelou-se essencial no desenvolvimento do projeto, constituindo o ponto de partida para a implementação do jogo.

Finda a pesquisa, nas semanas seguintes, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais para o jogo e, posteriormente, elaborados os diagramas de arquitetura e, ainda, o protótipo do jogo, recorrendo à plataforma Figma [7]. Relewa mencionar que estes componentes foram alvo de alterações durante o processo de desenvolvimento, de modo a acomodar novas funcionalidades e a assegurar que os prazos estabelecidos eram cumpridos.

De seguida, foi desenvolvido o jogo em si. A execução deste processo divide-se em quatro fases estruturais, a saber a fase de implementação do jogo de memória, a fase de implementação dos minijogos, a fase de implementação do desafio de recompensar o jogador e, por fim, a fase de implementação dos ecrãs iniciais e finais do jogo. De forma geral, estas fases foram executadas pela ordem que foram apresentadas, contudo, quando se afigurou necessário, ocorreram simultaneamente. Relewa, ainda, notar que, foi durante este processo que se iniciou a redação do presente relatório.

Nesta senda, as duas semanas que antecederam o prazo de submissão do projeto foram reservadas para a execução de testes assim como, para o aprimoramento do jogo. Cumpre realçar que as observações, posteriormente discutidas no capítulo 5, feitas pelos participantes do processo de testes permitiram obter diversas perspetivas sobre o jogo, assim como, encontrar falhas no mesmo. Isto, contribuiu indubitavelmente para a correção e aperfeiçoamento da aplicação em tempo útil. Por fim, relewa mencionar que durante estas duas semanas, foi finalizado o relatório.

Cumpre, ainda, esclarecer qual a estrutura do presente relatório. Este documento encontra-se organizado em seis capítulos.

O primeiro capítulo engloba a introdução, oferecendo contexto sobre o problema a resolver bem como os objetivos a atingir. Para além disso, são, também, abordados os métodos e as técnicas utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto.

Por sua vez, o segundo capítulo, aborda o estado da arte, que se consubstancia na apresentação de toda a pesquisa/investigação efetuada sobre a temática em questão, das tecnologias que esta utiliza e de aplicações reais relevantes para o desenvolvimento do projeto.

No terceiro capítulo, é demonstrada a proposta de solução do projeto, sendo descritos os requisitos funcionais e não funcionais, assim como o diagrama da arquitetura e a vertente didática e lúdica que se pretende atingir. É, ainda, apresentado o protótipo para o jogo, são clarificadas as razões para a escolha do dispositivo Android e mencionado o jogo de memória desenvolvido utilizando a *framework* Vuforia [8], que serviu, especialmente, para obter conhecimentos do desenvolvimento utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada.

Neste seguimento, o quarto capítulo aborda a fase de desenvolvimento do jogo. Neste, é apresentado o *software* Unity e o *software* Blender [9], assim como, o jogo desenvolvido. São discriminadas as componentes mais importantes do Unity e as componentes do Blender utilizadas na criação dos modelos de RA. Neste capítulo, é, igualmente, apresentado o jogo em si, abordando a narrativa¹, o funcionamento de cada desafio do jogo e as mecânicas encontradas em cada um destes.

O quinto capítulo aborda o processo de avaliação, através de testes efetuados ao jogo. São mencionados o planeamento e a execução do processo em questão, sendo oferecidas explicações para as decisões tomadas. Para além disso, é feita uma análise sobre os resultados obtidos.

Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões do projeto, proporcionando uma visão global sobre os objetivos atingidos, assim como aqueles que não foram possíveis atingir. São mencionados os conhecimentos adquiridos, ao longo extenso e árduo processo de desenvolvimento do projeto. Surge, ainda, uma reflexão do trabalho futuro a ser realizado, englobando sugestões de melhorias a implementar no trabalho conseguido.

¹ Para uma análise mais detalhada da narrativa implementada, consultar o apêndice A

2. Estado da Arte

Neste capítulo, é apresentada uma revisão abrangente da literatura científica sobre o uso de Realidade Aumentada em contextos médicos, com especial enfoque na redução do medo e da ansiedade em crianças submetidas a procedimentos cirúrgicos. Além disso, serão exploradas as aplicações reais existentes com recurso à tecnologia RA com esse mesmo objetivo. Esta análise permitiu consolidar uma base teórica imprescindível para o desenvolvimento do jogo destinado a preparar as crianças para a cirurgia, destacando as melhores práticas, os benefícios comprovados e os desafios identificados nos estudos analisados.

Para uma investigação mais precisa foi utilizada a base de dados da plataforma web Google Scholar [10] para alcançar um maior número de trabalhos científicos, e consequentemente filtrar os resultados com informações mais relevantes para este projeto. Para isso foram definidas as seguintes palavras-chave:

Augmented Reality, Anxiety, Fear, Stress, Pre-surgical, Medicine, Games, Children, Pediatric

2.1. Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que permite sobrepor elementos digitais a um ambiente real [11], [12]. Esta sobreposição procura expandir a visão real que uma pessoa possui, acrescentando, entre outras coisas, informação, gráficos ilustrativos sobre a temática abordada e desenhos elaborados com o intuito de aumentar o nível de espetáculo. Deste modo, a RA é definida como uma tecnologia de baixo nível de imersão [13], uma vez que, por norma, não é comum existir experiências de RA que proporcionam a possibilidade de interação com os elementos digitais que esta apresenta [14].

Ao abordar a Realidade Aumentada, importa notar que este é um conceito que suscita muitas dúvidas e dificuldade na sua compreensão integral. Existe uma dificuldade generalizada no entendimento daquilo em que se consubstancia realmente esta tecnologia. Dificuldade, esta, que deriva da existência de tecnologias muito similares, como é o caso da Realidade Mista (RM) e da Realidade Virtual, o que, inevitavelmente, gera confusão ao público geral. Nesta senda, é imperativo definir estes dois conceitos.

A Realidade Mista é uma tecnologia que, na sua essência, é bastante análoga à RA, uma vez que na RM o conceito base é o mesmo do que na RA. Ou seja, também a RM se traduz na sobreposição de elementos digitais a uma visão de um ambiente real. Contudo, apresenta, como fatores distintivos, a possibilidade de interação entre os objetos reais e virtuais, assim como a possibilidade de o utilizador interagir com objetos virtuais como se estes fossem reais [15], [16]. Como tal, a RM é considerada uma tecnologia que possui um nível de imersão intermédio, sendo este mais elevado do que na RA, mas inferior ao nível de imersão oferecido pela RV [14].

Por seu turno, na Realidade Virtual, o conceito base é substituir, por completo a visão que o seu utilizador tem do mundo real, por uma de um mundo virtual. Assim, é curial afirmar que existe uma diferença notória entre a RV e a RA, e desta forma a dificuldade em distinguir estas duas tecnologias não é tão preponderante [14]. Para além disso, é de relevo notar que o nível de imersão presente na Realidade Virtual é considerado alto, sendo este substancialmente mais elevado do que na Realidade Aumentada e superior ao presente na Realidade Mista [15].

Contudo, é possível englobar todas as tecnologias supramencionadas na Realidade Estendida. Este conceito foi, precisamente, criado com o objetivo de servir de termo genérico para todo o tipo de tecnologia que altera a visão que uma pessoa tem do mundo real, através da adição de elementos digitais. Ainda assim, releva mencionar que a RE não está limitada às tecnologias mencionadas, sendo possível afirmar que todo o tipo de tecnologia que mistura o mundo real com o virtual é englobado por este termo [13].

De forma a melhor compreender a relação e distinção entre estas tecnologias, é importante considerar o diagrama de Milgram. Este diagrama, representa um espectro contínuo entre o mundo real e o mundo virtual. No lado extremo da realidade, temos a realidade aumentada, onde elementos digitais são sobrepostos ao mundo real, mas a maior parte da perceção do utilizador ainda é o ambiente real. Conforme se avança no espectro, encontramos a realidade mista, onde o mundo real e o digital se combinam de forma intrínseca com o mundo real. E finalmente, no extremo oposto do espectro, situ a realidade virtual, onde a perceção do mundo real é totalmente absorvida pelo ambiente digital.

O diagrama de Milgram [17] é fundamental para entender como estas tecnologias se relacionam entre si permite clarificar os diferentes níveis de imersão e interação oferecidos por cada uma delas. Enquanto a RA e a RV são frequentemente vistas como tecnologias

distintas, Milgram evidencia que estas fazem parte de um espectro de possibilidades tecnológicas que misturam realidades [18].

Na Figura 2 surge representado uma adaptação do diagrama de Milgram.

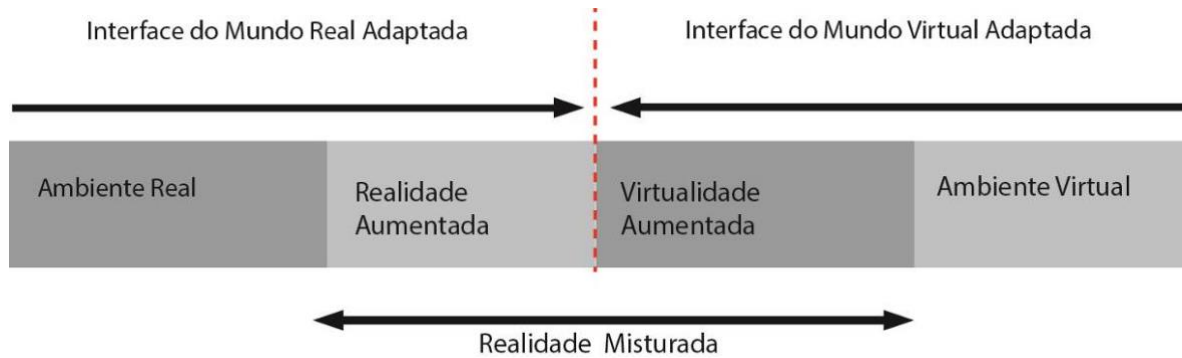


Figura 2 - Diagrama de Milgram adaptado

2.1.1. Tipos de Realidade Aumentada

Existem diversas abordagens à RA que se diferenciam, maioritariamente, na finalidade da sua utilização, assim como na maneira que são empregues. Importante realçar que a mesma aplicação de RA pode conter vários tipos de Realidade Aumentada presentes. Nesta senda, releve notar que um tipo de RA pode ser classificado, consoante a sua dependência sobre a utilização de marcadores, como *marker-based* ou *marker-less*, conceitos abordados, respetivamente, na subsecção 2.1.1.1. e nas restantes subsecções do ponto 2.1.1.

2.1.1.1. Realidade Aumentada baseada em marcadores

A Realidade Aumentada baseada em marcadores, também conhecida por RA de reconhecimento de imagem, consiste no *scan* de padrões que se encontram no mundo real, tais como códigos *Quick Response* (QR), vídeos, imagens ou texto. Estes padrões necessitam de ser distintos do ambiente onde se encontram e de ser facilmente reconhecíveis e processáveis por câmaras de dispositivo como telemóveis ou tablets [11], [12].

O processo de funcionamento deste tipo de RA consiste em apontar, por exemplo, a câmara de um telemóvel para um marcador, onde, após o reconhecimento e processamento do marcador em questão, vai ser mostrado, no ecrã do telemóvel, o objeto digital que lhe corresponde.

2.1.1.2. Realidade Aumentada baseada na localização

No caso da RA baseada na localização, vai ser necessário recolher e processar informação de um dispositivo. Esta informação é providenciada pela câmara, pelo *Global Positioning System* (GPS), compasso digital e acelerómetro do referido dispositivo. Para além deste processo, é feita uma previsão sobre qual o ponto de foco do utilizador.

Neste tipo de Realidade Aumentada, os elementos digitais, que estão associados a uma certa localização física vão ser mostrados ao utilizador, quando a localização do seu dispositivo corresponder à localização física associada aos elementos [11], [12].

2.1.1.3. Realidade Aumentada baseada na projeção

A Realidade Aumentada baseada na projeção, também denominada por RA espacial, envolve a utilização de projetos fixos e câmaras para a projeção de informação sobre um contexto físico. Relewa notar que este tipo de RA é utilizado para criar ilusões de profundidade, orientação e posição de um objeto real.

Relewa, ainda, notar que, apesar de na Realidade Aumentada não ser comum existir interação entre os objetos digitais e o mundo real, neste tipo específico de RA, esta interação é possibilitada. Isto é possível através da alteração do contexto do espaço físico, onde está a ser projetada a informação [11], [12].

2.1.1.4. Realidade Aumentada baseada na superimposição

A RA baseada na superimposição envolve a sobreposição parcial ou, em alguns casos, total da visão de um objeto real, por uma visão aumentada deste. Como tal, a capacidade de reconhecimento de objetos da aplicação de RA é essencial para o correto funcionamento deste tipo de Realidade Aumentada [11], [12].

Importa realçar que, este tipo de RA é o mais conhecido, tendo adquirido especial destaque nos últimos dez anos. Durante a última década, a popularidade da RA baseada na superimposição cresceu, significativamente, devido a dois fatores, sendo estes, as redes sociais, através da larga disponibilização de filtros que alteram a cara das pessoas, e o lançamento de jogos digitais, que utilizam elementos de RA.

2.1.1.5. Realidade Aumentada baseada na delineação

Por último, a Realidade Aumentada baseada na delineação recorre à utilização de câmaras especiais, construídas em conformidade com o sistema visual humano, para desenhar arestas ao redor de um objeto. Isto implica que este tipo de RA empregue técnicas que confirmem, ao dispositivo utilizado, a capacidade de reconhecer objetos [11].

Este tipo de RA é especialmente pensado e, por consequência, maioritariamente encontrado nas indústrias da arquitetura, *design* de interiores, planeamento urbano e, mais recentemente, na indústria automóvel. Este último caso é o que gera, na população geral, maior discussão, impulsionando a procura cada vez maior dos carros inteligentes e, por consequência, potenciando o incessante desenvolvimento desta indústria [11].

2.1.2. Tecnologias utilizadas

Existem várias tecnologias utilizadas no desenvolvimento da Realidade Aumentada. Estas podem ser divididas no seu âmbito em *hardware* e *software* sendo que, cada uma, corresponde a diferentes requisitos da Realidade Aumentada.

2.1.2.1. Hardware

No que respeita ao *hardware*, para uma correta experiência de RA, é necessária a presença de processadores, ecrãs, sensores e *inputs* de dados [19].

O processador é responsável por interpretar os *inputs* de dados, de modo a decidir como proceder com a experiência de RA. Neste componente o único requerimento é que este seja suficientemente eficaz para garantir um bom desempenho da experiência [19].

Existem vários tipos de ecrãs que podem ser utilizados para uma experiência de Realidade Aumentada. Neste âmbito, podem distinguir-se os ecrãs *Optical See-through* e os ecrãs *Video See-through*. No primeiro caso, o utilizador visualiza o mundo real da maneira a que está acostumado, com a presença de elementos digitais acrescentados através da RA. Por outro lado, no segundo caso, o utilizador vai visualizar o ambiente real através de um *feed* capturado pelas câmaras do dispositivo [19].

Os sensores são, atualmente, utilizados para capturar movimentos e reconhecer sons e ou vozes, de modo a permitirem o reconhecimento visual e de áudio da aplicação de RA [19].

O componente de *input* de dados junta os sensores a outras entradas de dados como, por exemplo, câmaras, com o objetivo de obter a maior quantidade de dados possível e necessária para continuar com o correto funcionamento da experiência de RA [19].

Neste seguimento, releva notar que os dispositivos mais utilizados são os *smartphones*. Estes são considerados os dispositivos ideais para uma experiência de RA, uma vez que, possuem todos os requerimentos necessários para proporcionar uma boa experiência de RA ao utilizador, a saber óculos, *Head-mounted Displays* (HMD) e *Head-up Displays* (HUD) [19]. Importa ressaltar que estes dois últimos, também são utilizados em aplicações de Realidade Mista e Virtual.

2.1.2.2. Software

No âmbito de *software*, existem variadas abordagens utilizadas que, maioritariamente, se distinguem pela quantidade e qualidade de *features* que cada uma oferece.

Assim, é imperativo realçar os seguintes *softwares*: ARCore e ARKit, *Software Development Kits* (SDK) utilizados para executar a experiência de RA em dispositivos *Android* e *iOS*, respetivamente; Unity e o Unreal Engine, utilizados, especialmente, para o desenvolvimento de jogos digitais, devido ao seus respetivos motores de jogo e AR Foundation, utilizado pelo Unity para o desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis e o Vuforia, que são *frameworks* utilizadas no desenvolvimento de aplicações de RA [20].

2.2. Estudo referentes a artigos científicos

Estima-se que entre 40% a 80% das crianças submetidas a cirurgias experienciam medo e ansiedade no período pré-operatório [21], [22]. Para além de ser um processo extremamente desagradável para as crianças tem ainda um impacto significativo no trabalho dos profissionais de saúde, por exemplo, quando a criança chora durante o período pré-operatório há uma maior probabilidade de as suas veias se encherem de secreção, aumentando assim o risco de complicações respiratórias durante a administração da anestesia [23]. O simples ato de informar as crianças e os seus responsáveis sobre as técnicas utilizadas, os riscos e o que acontecerá antes, durante e depois ajuda a diminuir essa ansiedade sentida pelas crianças e os pelos seus supervisores

Tanto a Realidade Virtual como a RA têm-se revelado ferramentas promissoras na área da medicina, oferecendo novas possibilidades para a educação, treino e interação com pacientes. Diversos estudos têm investigado os benefícios destas tecnologias em contextos médicos, particularmente no que diz respeito à redução do medo e da ansiedade em pacientes pediátricos [2], [3], [14], [15], [16], [17], [18]. Após a análise de alguns estudos de caso sete apresentaram valores significativos de baixa ansiedade em grupos que utilizaram a tecnologia de RV, quando comparados com grupos submetidos a procedimentos tradicionais pré-cirúrgicos [10]. Três estudos de caso apresentaram resultados semelhantes quando foi utilizada a tecnologia RA [11], [12], [13]. Ainda assim, é possível que o uso de Realidade Aumentada em pacientes pediátricos ofereça algumas vantagens em relação à Realidade Virtual. Ambas conseguem distrair, com sucesso, a criança do stress associado aos procedimentos pré-cirúrgicos através de estímulos lúdicos. Porém a RA permite que as crianças estejam constantemente cientes do ambiente que as rodeia e que possam comunicar e interagir com as pessoas à sua volta enquanto usufruem da tecnologia, configurando uma grande vantagem relativamente à RV [13]. Para além disso, o facto de as crianças estarem em constante contacto visual com espaço à sua volta, minimiza a probabilidade de o paciente sentir náuseas, também conhecidas como *cybersickness*, muito frequentes em utilizadores da tecnologia RV [14].

Não obstante à frutífera análise da literatura científica, releva considerar as aplicações preexistentes, os seus contributos e as suas falhas. Existem várias aplicações reais já implementadas com sucesso em ambientes clínicos, mostrando resultados promissores na redução da ansiedade pré-cirúrgica em crianças.

Leila Draz da faculdade de Medicina da *Alexandria University* no Egito, e a sua equipa de investigadores conduziram um estudo intitulado “Effect of an augmented reality game on preoperative anxiety in pediatric patients undergoing anesthesia induction: a randomized clinical trial”, que envolveu o uso de uma aplicação lúdica com recurso à Realidade Aumentada, com o intuito de reduzir a ansiedade das crianças no período pré-operatório. O estudo foi composto por cento e uma crianças, com idades compreendidas entre os 5 e os 17 anos de idade. Os participantes foram divididos em dois grupos: grupo A com sessenta e quatro crianças, submetidas a técnicas tradicionais de preparação para cirurgia, e grupo B com trinta e sete crianças que usaram realidade aumentada para reduzir a ansiedade. A aplicação em causa utiliza a tecnologia RA, com o auxílio dos Hololens 2, óculos de sobreposição virtual criados pela google e, neste jogo, são também empregues técnicas de

gamification de forma a tornar toda a experiência mais interativa. O jogo segue a história de “Constellation”, que guia o jogador numa jornada onde este aprende sobre técnicas de relaxamento através de respiração e movimentos físicos. No decorrer do jogo, são ainda, mencionados os procedimentos médicos que irão suceder e as sensações a estes associados. O jogador pode explorar a sala do bloco operatório e ao visualizar pôsteres físicos estrategicamente colocados na sala, são despoletadas animações que dão continuação à narrativa.

A ansiedade dos pacientes foi avaliada antes de qualquer procedimento, seja o tradicional ou com uso de RA, e ambos os grupos apresentaram níveis semelhantes de ansiedade. Após a intervenção a ansiedade foi medida novamente, o grupo A teve um aumento significativo em comparação com a primeira medição. Por outro lado, o grupo B demonstrou níveis menores de ansiedade na segunda medição, quando comparado ao grupo A, e a maioria dos integrantes revelou vontade de repetir a experiência [15].

Outro exemplo notável deste cenário é o desenvolvimento do jogo “Ane, uma Aventura no Mundo da Anestesia” pela Doutora Débora Cumino, coordenadora do Departamento de Anestesiologia do Sabará, localizado no Brasil. A aplicação foi criada após uma tese de doutoramento e uma dissertação de mestrado sobre métodos para reduzir a ansiedade das crianças antes da administração da anestesia. Este jogo lúdico tem como objetivo informar a criança sobre o que irá acontecer no processo de hospitalização, anestesia e cirurgia. A aplicação revelou uma nova ferramenta de informação e distração que pode ser utilizada no cuidado do paciente pediátrico, permitindo aos profissionais de saúde fornecer informação e distração numa linguagem apropriada à faixa etária em causa [31].

2.3. Desafios e considerações

Embora os benefícios da RA na redução de ansiedade em crianças sejam promissores, existem desafios que precisam de ser considerados. Entre eles, destacam-se o custo de desenvolvimento e implementação da tecnologia RA, a introdução necessária para a sua utilização, por ser uma tecnologia recente e ainda pouco explorada para este efeito, e a garantia de que o conteúdo demonstrado é de fácil compreensão para as crianças. Ainda assim os estudos analisados e as aplicações reais demonstram que a RA pode melhorar a experiência hospitalar das crianças, deixando-as mais tranquilizadas e informadas. O desenvolvimento contínuo e a implementação dessas tecnologias têm potencial para

transformar a abordagem atual à preparação cirúrgica pediátrica, beneficiando tanto os pacientes quanto os profissionais de saúde.

3. Proposta da Solução

Este projeto visa criar uma aplicação interativa que combina elementos educativos e de entretenimento, de forma a preparar as crianças para os procedimentos médicos. Este projeto foi desenvolvido com base em requisitos detalhados, tanto funcionais como não funcionais, para assegurar uma experiência de utilizador intuitiva, eficiente e educativa.

Segue-se a descrição detalhada dos requisitos da aplicação, a arquitetura projetada, as vertentes didática e lúdica que se pretendem alcançar, o desenvolvimento do protótipo não funcional e da escolha do dispositivo

3.1. Requisitos

Para uma melhor visualização das funcionalidades que a aplicação deverá apresentar, foi definida uma lista de requisitos. Esta abordagem permitiu perceber o que era necessário cumprir para que a aplicação atingisse as funcionalidades finais e, deste modo, possibilitou uma organização mais eficaz no desenvolvimento do jogo. Os requisitos foram divididos em duas partes, os requisitos funcionais e os requisitos não funcionais.

3.1.1. Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais definem qual a função da solução na sua versão final.

- Implementar um jogo de memória com o uso de cartas físicas
 - Detecção de marcadores físicos
 - Associar marcadores a modelos 3D
- Conteúdo Educacional
 - Explicação clara e simplificada dos procedimentos médicos
 - Uso de personagens amigáveis e uma narrativa envolvente para explicar os procedimentos
 - Demonstração dos procedimentos com o uso de RA, de uma forma interativa, através da implementação de mecânicas que permitem ao jogador carregar e arrastar objetos presentes no ecrã

- Dispositivos
 - Utilização do dispositivo móvel de fácil acesso e utilização por parte das crianças
- Interface de Utilizador (UI) intuitiva e atraente
 - Design de interface adaptado para crianças, com botões grandes, ícones intuitivos, elementos gráficos de fácil reconhecimento e repetição de padrões
 - Feedback visual e sonoro para cada ação do jogador

3.1.2. Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais, englobam os parâmetros ou limitações do sistema, neste caso, são os requisitos que a aplicação deve cumprir para que trabalhe corretamente:

- Utilização de um dispositivo que contenha a *framework* ARCore [32], ou seja, exclusivamente um dispositivo Android.
- Desempenho
 - Resposta rápida às interações do jogador
 - Uso eficiente dos recursos do dispositivo, de modo a garantir a fluidez do jogo
- Usabilidade
 - Facilidade de uso por parte das crianças, sem necessidade de aprendizagem prévia
 - Interface simples sem sobrecarregar o jogador com informação
- Escalabilidade
 - Capacidade de adicionar novos procedimentos e conteúdos educativos sem necessidade de reescrever funcionalidades implementadas anteriormente
- Manutenção
 - Código fonte bem documentado, de modo, facilitar a manutenção e futuras atualizações

3.2. Arquitetura da solução

A arquitetura do projeto foi dividida em três camadas.

3.2.1. Camada de apresentação

Nesta camada incluem-se a interface do utilizador, com todos os elementos visuais, o motor de jogo, neste caso o motor de jogo Unity e o módulo de realidade aumentada, inicialmente idealizado para a *framework* Vuforia, mais tarde substituída pela *framework* AR Foundation [33].

3.2.2. Camada de lógica de Jogo

A segunda camada, intitulada lógica de jogo, é responsável pela gestão da sessão de jogo que controla o progresso e o estado deste. Este controla, também, as mecânicas de jogo, implementando as regras, a lógica de colisões, eventos e interações. A maior parte desta camada é composta por scripts, baseados na linguagem de programação C#, que são executados no decorrer do jogo.

3.2.3. Camada de recursos

Esta camada inclui todos os recursos necessários para a execução do jogo como modelos 3D, texturas, sons e animações.

Na Figura 3 é apresentado um diagrama representativo da arquitetura do projeto.

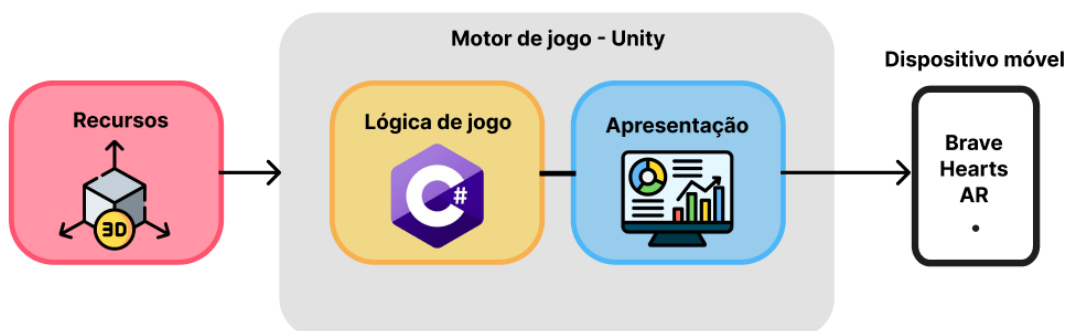


Figura 3 - Arquitetura do projeto

3.3. Vertente Didática

Durante as reuniões realizadas com as enfermeiras do hospital de Leiria foi salientada a importância de demonstrar previamente os procedimentos pré-cirúrgicos às crianças. Como tal, foram escolhidos três procedimentos a serem explicados durante o jogo. Nomeadamente a aplicação do penso analgésico, colocação do garrote e inserção do cateter².

A explicação detalhada destes procedimentos é fundamental, se as crianças tiverem conhecimento dos procedimentos a que serão sujeitas, conseguem, com maior facilidade manter-se calmas e menos ansiosas. Compreender o que se passará nos momentos seguintes proporciona uma sensação de controlo e segurança, reduzindo o medo do desconhecido e tornando a experiência hospitalar menos stressante para os pequenos pacientes.

3.4. Vertente Lúdica

Além das explicações dos procedimentos, a aplicação incorpora uma vertente lúdica de forma a tornar a experiência mais agradável para as crianças. O jogo de memória foi a ferramenta escolhida para distrair e cativar as crianças. Ao se encontrarem focadas na atividade, as crianças desviam a atenção da ansiedade e do medo, permitindo que relaxem e que se divirtam.

O jogo possui uma narrativa envolvente que entretém as crianças ao longo da sua jornada. A história foi cuidadosamente elaborada para capturar a imaginação dos pequenos pacientes, proporcionando uma experiência imersiva que torna a espera e a preparação para os procedimentos mais leves e suportáveis. A combinação de elementos lúdicos e informativos ajuda a criar um ambiente mais positivo e acolhedor para as crianças.

3.5. Desenvolvimento do protótipo não funcional

Foi desenvolvido um protótipo não funcional utilizando a plataforma Figma³, com o objetivo de delinear aquele que seria o fluxo do jogo, representado na Figura 4, e auxiliar o seu desenvolvimento. No entanto, à medida que o desenvolvimento progredia, foram tomadas decisões que divergiam da ideia original representada no protótipo. Essas alterações ocorreram por diversos motivos, incluindo o tempo necessário para o desenvolvimento de

² Para uma análise mais detalhada dos procedimentos escolhidos, consultar o anexo A

³ Para aceder ao protótipo não funcional, consultar o apêndice B

certas funcionalidades, a necessidade de manter a coerência ao longo do jogo e modificações solicitadas pelas enfermeiras que acompanharam o projeto. As profissionais de saúde, familiarizadas tanto com o ambiente hospitalar como com as crianças que futuramente jogarão o jogo na ala pediátrica do hospital, contribuíram de maneira significativa para essas melhorias.

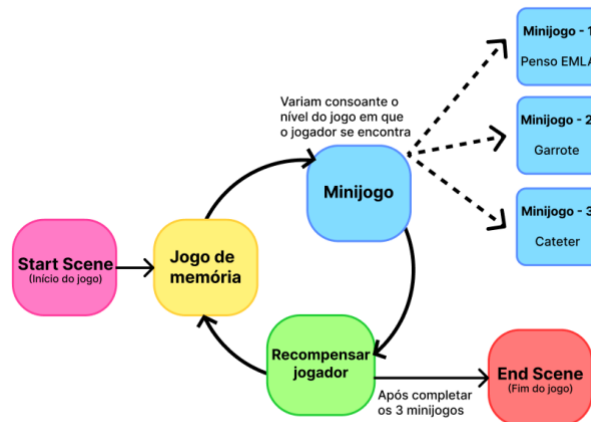


Figura 4 - Fluxo de Jogo

O jogo começa com uma pequena introdução da personagem principal, o pássaro, ao qual foi atribuído o nome de Alfredo, e da sua história da qual o jogador fará parte. O Alfredo acompanha o jogador ao longo do jogo, atuando como um companheiro, também designado *buddy* de forma a garantir que a criança se sinta sempre acompanhada e nunca perdida. É, ainda, nesta parte do jogo que são explicados ao jogador os objetivos a serem cumpridos para terminar o jogo com sucesso.

Na Figura 5 encontra-se a representação do ecrã inicial do jogo.

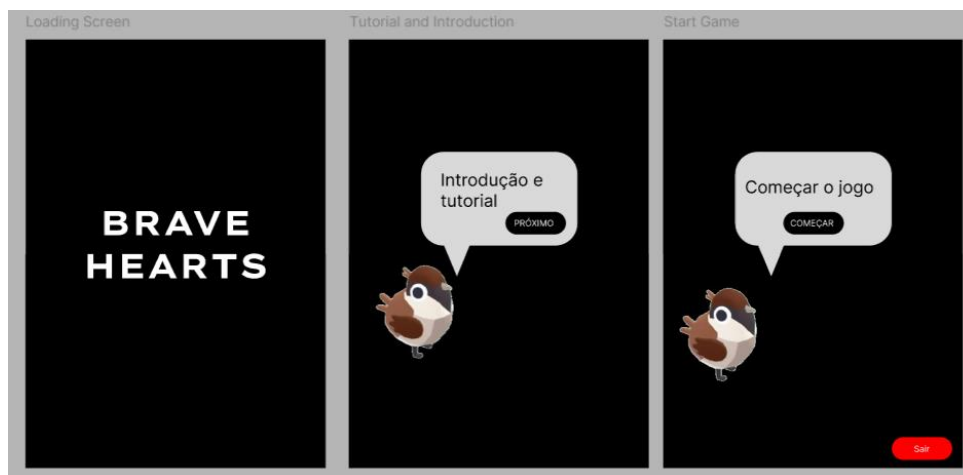


Figura 5 – Protótipo não funcional (introdução)

Depois de o jogador estar familiarizado com o ambiente do jogo, ele é conduzido para o primeiro desafio. Este desafio consiste num jogo de memória utilizando cartas físicas e a tecnologia de realidade aumentada baseada em marcadores. O objetivo é que o jogador ao apontar a câmara do dispositivo móvel para os marcadores presentes na parte de baixo de cada carta revele o modelo 3D de um animal e dessa forma faça várias tentativas para encontrar animais iguais, fazendo corresponder os pares. A explicação do funcionamento do jogo é feita de forma interativa pelo companheiro Alfredo. Este jogo de memória, será jogado, posteriormente, outras duas vezes, de forma intercalada com outros minijogos. A mecânica do jogo permanecerá a mesma com uma única mudança relevante, os animais que o jogador encontra em cada carta, irão variar conforme o minijogo que se sucede. Esta mudança de animal apresentada no jogo de memória deve-se ao facto de cada animal ter o seu papel na narrativa do jogo, que funcionará, inclusive, como uma garantia de continuidade e coerência da história.

Para completar o jogo de memória o jogador precisa de encontrar os três pares de animais iguais. Uma vez completado, o jogador é direcionado para um minijogo, onde irá aprender sobre um dos procedimentos médicos aos quais será submetido posteriormente. Durante o decorrer do jogo, foi idealizada a criação de um botão de ajuda denominado “Dica”, para ser utilizado caso o jogador esteja a ter dificuldades em encontrar os pares. Após um determinado intervalo de tempo sem que o jogador encontre um par ou ao atingir um certo número de tentativas sem sucesso, o botão fica disponível para auxiliar o jogador. Ao pressionar o botão “Dica”, o jogo auxilia o jogador, mostrando quais cartas contêm um par através de números presentes na parte superior das cartas ou destacando as cartas que contêm um par com elementos digitais visíveis. Isso proporciona uma maneira eficaz de garantir que o jogador não fique frustrado e mantenha a experiência de jogo dinâmica.

Na Figura 6 é demonstrado o jogo de memória no protótipo não funcional.

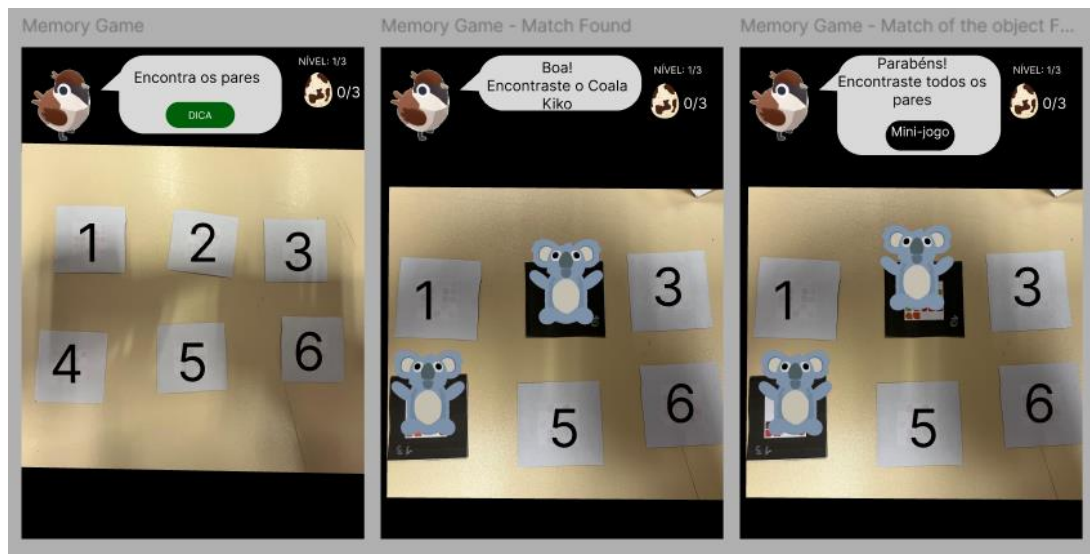


Figura 6 - Protótipo não funcional (jogo de memória)

Existem três minijogos, cada um referente a um procedimento médico específico, os minijogos estão ordenados do procedimento menos evasivo para o mais evasivo. No primeiro minijogo o jogador irá aprender sobre a aplicação do penso EMLA⁴ e da pomada analgésica; no segundo, sobre a aplicação do garrote e no terceiro, sobre a aplicação do cateter. As ações necessárias para completar os minijogos compreendem a variação da aplicação, nos elementos 3D representativos dos utensílios médicos, de um conjunto das seguintes mecânicas: clicar; arrastar; carregar repetidamente.

No protótipo inicial, os passos necessários para completar os minijogos e os procedimentos médicos em si eram explicados pelo companheiro Alfredo. Contudo, mais tarde em conjunto com as enfermeiras houve uma consciencialização de que seria necessário criar uma metáfora entre os animais e os utensílios médicos de forma a mitigar a desconfiança das crianças. Por exemplo, o facto de o Coala dar abraços foi associado ao garrote apertar o braço. Dessa forma, os animais descobertos previamente no jogo de memória foram usados para explicar os procedimentos médicos a eles associados, tornando a explicação mais lúdica e acessível para as crianças. Importa notar que, em ambientes hospitalares, já são efetuadas analogias como as supramencionadas. Um exemplo disto mesmo é a utilização da picada de uma abelha para suavizar a aplicação de um cateter.

⁴ Analgésico local utilizado para aliviar a dor durante um procedimento médico como, por exemplo, a inserção de um cateter [34]

Na Figura 7 é exemplificado um dos minijogos no protótipo não funcional.



Figura 7 - Protótipo não funcional (exemplo de minijogo)

O mecanismo de recompensa utilizado, baseia-se em ajudar o companheiro Alfredo a encontrar os seus ovos perdidos. Inicialmente, planeou-se recompensar o jogador imediatamente após completar um minijogo. No entanto, posteriormente, desenvolveu-se uma ideia mais interativa com o mesmo objetivo. Agora, após completar um minijogo, o jogador ajudará o Alfredo a encontrar um dos seus ovos escondidos em um dos arbustos. Para isso, o jogador precisará procurar os arbustos ao seu redor usando a câmara. Existem três arbustos espalhados no espaço, mas apenas um deles possui o ovo escondido.

Na Figura 8 surge representado o exemplo de recompensa do jogador ao completar um dos minijogos.



Figura 8 - Protótipo não funcional (recompensar o jogador)

O jogo termina quando o jogador encontra os 3 ovos do Alfredo, após isto é redirecionado para a cena final onde será congratulado e terá duas opções: recomeçar o jogo ou sair da aplicação.

Na Figura 9 é demonstrado o ecrã final do jogo no protótipo não funcional.



Figura 9 - Protótipo não funcional (fim do jogo)

3.6. Dispositivos Android

Dado que os jogos digitais fazem parte da cultura das crianças e dos adolescentes da atualidade e considerando que a maioria está familiarizada com o uso de dispositivos móveis, optou-se pela utilização de um tablet. Essa escolha excluiu outros dispositivos, como os óculos de sobreposição virtual, como o HoloLens da Microsoft, com os quais as crianças não estão tão familiarizadas, evitando a necessidade de um processo prévio de aprendizagem do dispositivo, o que permite que a criança comece a jogar de imediato. Para além disto, a utilização de um tablet permite que o jogo seja mais facilmente distribuído entre hospitais, o que incrementa a atratividade de um dispositivo como este para o desenvolvimento do projeto.

Neste seguimento, foi utilizado, então, um tablet para fins de desenvolvimento e de execução de testes. Todas as funcionalidades relativas ao jogo foram implementadas e testadas com base neste dispositivo. A escolha deste dispositivo móvel foi fundamentada por

duas razões: as suas dimensões e a compatibilidade com a plataforma ARCore, essencial para o desenvolvimento de um jogo com Realidade Aumentada.

As dimensões do tablet em questão são ideais para o público-alvo, visto que o jogo será jogado por crianças que precisam manusear o tablet enquanto interagem com cartas físicas. O tamanho do tablet é suficientemente grande, com uma resolução de 2560x1600 pixéis, de modo que os elementos digitais do jogo sejam facilmente interpretáveis, sem se tornarem confusos, e suficientemente pequeno para que as crianças possam manuseá-lo confortavelmente. Para além destas vantagens, a aplicação é, também, escalável para outras resoluções, sendo necessário executar novos testes de modo a garantir o correto funcionamento desta.

3.7. Jogo de memória com a Framework Vuforia

Inicialmente, para efeitos de introdução à tecnologia de RA foi utilizada a *framework* Vuforia [8], face à sua extensa documentação e funcionalidades básicas que permitiram explorar e ganhar conhecimentos relativos à implementação da tecnologia Realidade Aumentada de maneira rápida e eficaz. Deste modo, foi desenvolvido um jogo de memória, semelhante ao utilizado na aplicação final, recorrendo à *framework* em questão.

Conforme o projeto avançou, foi possível perceber que a AR Foundation [33], sendo uma *framework* desenvolvida pela Unity Technologies, oferecia uma integração mais fluida e uma maior compatibilidade com outras ferramentas e *plugins* do ecossistema Unity, reduzindo assim a complexidade do desenvolvimento e manutenção do jogo a longo prazo. Outro fator determinante foi o licenciamento. AR Foundation, como parte do Unity, não requer licenças adicionais para uso comercial que poderá vir a ser o caso, afigurando-se assim mais adequada ao presente projeto.

4. Desenvolvimento

Após a conclusão do levantamento dos requisitos e da definição dos objetivos, iniciou-se a fase de desenvolvimento do jogo. Em conformidade com o protótipo não funcional, previamente elaborado, foi estabelecido que o jogo seria constituído por cinco etapas principais. De forma a conectar estas etapas e a cativar o interesse do jogador, foi construída uma narrativa que procura atribuir fluidez às transições entre as diferentes fases do jogo e criar um fluxo de jogo estimulante e envolvente.

O desenvolvimento do jogo foi realizado utilizando o *software* Unity, que foi empregue para gerenciar toda a lógica do jogo e os recursos necessários. Mais se acrescenta, foi utilizado o *software* Blender para a criação dos modelos 3D que, posteriormente, foram integrados no Unity.

4.1. *Software* Unity

O projeto foi implementado utilizando o motor de jogo do Unity, aproveitando as suas ferramentas para criar os ambientes interativos. A lógica do jogo e as suas funcionalidades foram implementadas através de scripts em C#, garantido um comportamento dinâmico e responsivo.

4.1.1. Recursos

No que respeita aos recursos é importante mencionar a vasta documentação existente sobre o Unity assim como, os vários cursos de aprendizagem disponibilizados no Unity Learn [35]. Para além destes, temos ainda, a Unity Asset Store [36], um local onde se podem adquirir recursos, grátis ou pagos, tais como ferramentas, *add-ons*, modelos em duas e três dimensões, texturas, áudios, entre outros. Importa realçar, ainda, a existência de outros recursos *online* fornecidos por outros utilizadores do Unity.

Por fim, releva mencionar as fichas introdutórias ao motor de jogo Unity, disponibilizadas pelo Professor Doutor Roberto Ribeiro, e a ajuda fornecida pelo mesmo e pela Professora Doutora Anabela Marto, que sempre se mostraram disponíveis para oferecer sugestões e esclarecer qualquer dúvida que surgisse ao longo do desenvolvimento do jogo.

4.1.2. Editor

O editor Unity foi o *software* escolhido para o desenvolvimento do jogo. Este tem várias funcionalidades sendo as mais relevantes: a hierarquia de objetos na cena, referenciado na Figura 10 pelo número 1, a janela de interação com a cena, apresentado na Figura 10 pelo número 2, o *Inspector* onde se pode editar diversos parâmetros sobre cada objeto, afigurado na Figura 10 pelo número 3, e o sistema de acesso a ficheiros demonstrado na Figura 10 pelo número 4.

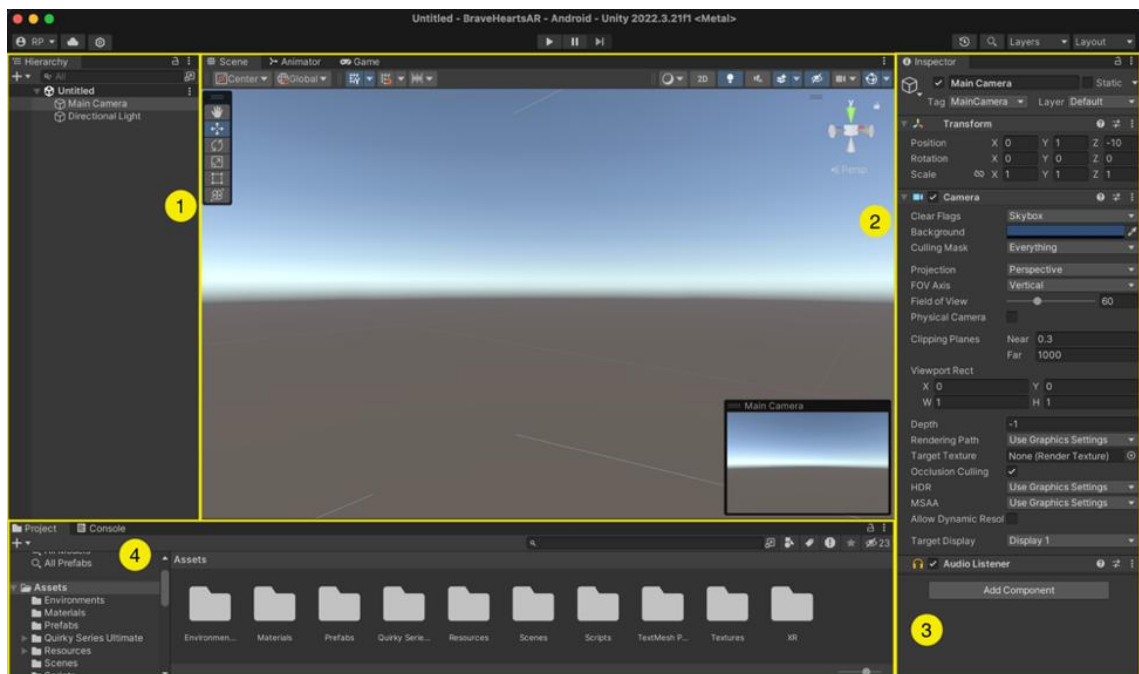


Figura 10 – Demonstração do editor Unity com destaque para as 4 secções de trabalho principais

A título de clarificação, ao clicar num dos objetos da cena na hierarquia a sua informação vai aparecer no *Inspector*, local onde é possível ver e editar vários parâmetros do objeto. Aqui é, também, possível adicionar componentes ao objeto tais como *scripts*, que permitem controlar o objeto, enquanto o jogo corre; física, como *Rigidbody*; colisões, como o *BoxCollider*, entre vários outros. A este respeito, releva, ainda, mencionar que é possível ter variáveis de um script no *Inspector* utilizando o atributo *SerializeField* aquando da declaração destas.

4.1.3. Packages

Um das funcionalidades mais importantes do programa Unity é a sua capacidade de importar e exportar *packages*, processo este efetuado pelo Unity Package Manager, o sistema

oficial de gestão de *packages* do Unity, representado na Figura 11 [37]. Através da utilização deste recurso, é possível encontrar e partilhar pacotes de elementos de desenvolvimento por toda a comunidade do Unity. Para recorrer a esta ferramenta, o utilizador necessita, numa primeira instância, de encontrar e subscrever um package na Unity Asset Store. Posteriormente, este terá de seleccionar a opção *Package Manager*, dentro do separador *Window* do editor para importar o pacote que subscreveu. Findo este processo, os elementos importados são disponibilizados nos *Assets* do projeto para a sua utilização no desenvolvimento do jogo.

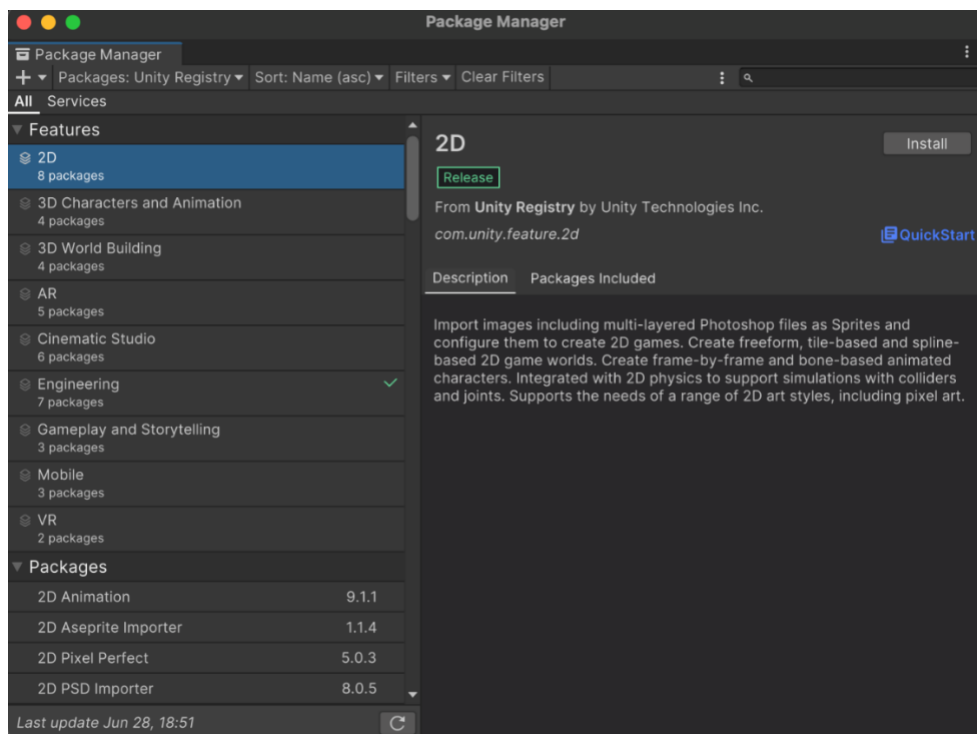


Figura 11 - *Package Manager Window* do editor Unity

Importa mencionar que, no caso concreto do jogo desenvolvido, a utilização de *packages* revelou-se particularmente vantajosa na fase inicial de implementação do jogo de memória. Durante este período, foram importados modelos 3D temporários que possibilitaram a correta implementação desta componente. Posteriormente, esses modelos foram substituídos por novos modelos 3D, estes definitivos e mais adequados ao âmbito do projeto, de modo a permitir a utilização da metáfora entre animais e utensílios médicos. Para além disso, a importação de *packages* mostrou-se benéfica durante o processo de exploração da introdução de animações para os modelos 3D criados. Este aspeto será abordado em maior detalhe no ponto 4.1.10.

4.1.4. *Scenes*

A ferramenta Unity possui a capacidade de dividir várias etapas de um jogo em cenas distintas, sendo que cada cena tem um objetivo diferente das demais. Esta é uma funcionalidade de extrema importância, uma vez que permite uma organização superior do projeto e resulta, conseqüentemente, num aumento da sua legibilidade, garantindo a manutenção deste, assim como facilitar futuras atualizações e novas funcionalidades.

No caso concreto, foram utilizadas cinco *scenes* para dividir as etapas, as designadas mais importantes do jogo. Nesta sequência, as cinco etapas escolhidas são: *start*; jogo de memória; minijogos; recompensar o jogador; *end*.

4.1.5. Sistema de partículas

O sistema de partículas, disponibilizado pelo *software* Unity, é uma componente que simula entidades como líquidos, nuvens e chamas através da geração e animação de um número elevado de imagens 2D, denominados de partículas [38]. Estas partículas possuem vários campos que permitem a sua customização na janela *Inspector*. Neste seguimento, releva realçar que, este sistema permite a criação de todo o tipo de componentes que envolvam partículas, como é o caso dos confettis. No jogo desenvolvido esta foi uma das técnicas implementadas, detalhe que será explanado posteriormente, no subcapítulo 4.3. Para além disso, o sistema em questão foi utilizado para elaboração da ilusão de folhas a cair de arbustos que se encontram a abanar.

Por fim, importa mencionar que este sistema requer capacidade por parte do *hardware* do dispositivo para o seu correto funcionamento. Um dispositivo que não possua *hardware* suficiente para os requisitos do sistema de partículas vai ter como consequência um desempenho substancialmente inferior, até podendo, em alguns casos, comprometer a qualidade da experiência por parte do jogador. Mais, cumpre notar que ao longo do desenvolvimento do jogo deparou-se com este constrangimento. Nesta senda, de modo a resolver o problema, foram feitos testes de desempenho utilizando várias configurações diferentes para o sistema de partículas. Esta metodologia resultou na eliminação do constrangimento supramencionado.

4.1.6. Áudio

O *audio source* é uma componente do Unity que reproduz um *clip* de áudio através de um *audio listener* ou de um *audio mixer*. Esta componente pode ser configurada para reproduzir qualquer tipo de áudio, podendo este ser 2D, 3D ou um outro tipo de mistura. A componente oferece, também, liberdade para escolher o melhor tipo de colunas para o *clip* que se pretende reproduzir, assim como para escolher a distância relativa ao volume do áudio. Existem, ainda, muitas outras configurações disponíveis nesta componente permitindo ao seu utilizador o máximo de liberdade possível para reproduzir sons da maneira que entenda ser a mais adequada ao seu propósito [39].

Durante o desenvolvimento do jogo, esta componente, mostrou-se crucial ao aperfeiçoamento do sistema de feedback que o jogador obtém ao longo da sua experiência. Através do recurso a esta componente, o jogador, mediante o seu sistema de audição, tem a capacidade de compreender se está a progredir, a errar ou se conseguiu concluir um dos objetivos do jogo.

4.1.7. Scripts

De modo a possibilitar a alteração do estado do jogo em tempo real, ou seja, durante a experiência, o Unity oferece a integração de *scripts*, escritos com recurso à linguagem de programação C#. Estes scripts mostraram-se fundamentais no desenvolvimento do jogo, visto que sem eles não seria possível alcançar os patamares que desejáveis.

Neste âmbito, a título de esclarecimento importa realçar a linguagem de programação C#. A utilização desta linguagem, neste contexto, permite ao programador do jogo, definir instruções a serem executadas quando o respetivo *script* é chamado, através do método *Start*, e definir instruções a serem executadas a cada *frame* do jogo, através da função *Update*. Cumprir notar, ainda, que o programador não está limitado apenas a estes dois métodos, uma vez que, existem muitos mais na mesma linha e com funções semelhantes às dos mencionados. Para além disso, o programador tem, também, a possibilidade, caso assim o pretenda, de construir métodos customizados às suas necessidades de modo a melhor satisfazer os seus requisitos.

Com isto, durante o desenvolvimento do jogo, foi definido que cada *scene* deveria possuir um script para controlar as mecânicas e um outro para controlar os elementos de interface. Esta decisão foi tomada de modo a garantir a organização do código. É de notar que, devido

às suas características, as *scenes* de início e fim do jogo foram exceção a esta regra já que, não justificavam a presença de um *script* para apenas controlar os elementos da sua interface, ou seja, cada uma possui, apenas, o seu script de controlo. Foram criados, também, *scripts* de modo a controlar o sistema de áudio do jogo e o *buddy*, personagem que irá acompanhar o jogador ao longo do jogo, descrito posteriormente. Para além destes, foram constituídos *scripts* de modo a implementar a funcionalidade de tratamento de colisões e a implementar o efeito de máquina de escrever ao texto. Este último foi obtido no GitHub, do pacote de livre acesso *Typewriter Version 2*, do utilizador rioter00 [40]. Deste pacote apenas o script *TW_MultiStrings_All* foi utilizado, tendo sofrido uma pequena alteração de modo a detetar *linebreaks* quando os caracteres “\n” estivessem presentes no texto das mensagens. Por fim, é de notar que, estes scripts e as suas funções irão ser abordados em maior detalhe no subcapítulo 4.3.

4.1.8. AR Session e XR Origin

A *AR Session* e a *XR Origin* são componentes integrantes da Realidade Estendida que permitem o acontecimento de uma experiência de Realidade Aumentada no programa Unity.

O componente *AR Session* controla o ciclo de vida de uma experiência de Realidade Aumentada. Este refere-se a uma instância da experiência de RA, não sendo possível, sem este, proporcionar a experiência de Realidade Aumentada, como tal adquire especial importância no jogo desenvolvido.

Por sua vez, o componente *XR Origin* contém a câmara de Realidade Aumentada, e, por consequência, permite a interação e o *tracking* de objetos num espaço de Realidade Estendida. Neste âmbito, releva notar que esta componente vai definir o tipo ou os tipos de RA a utilizar e vai permitir atribuir uma biblioteca de imagens de referência que podem ser utilizadas pela Realidade Aumentada.

4.1.9. Prefabs

De modo a aumentar a organização de um projeto Unity, esta ferramenta oferece a funcionalidade de criação e gestão de *prefabs*, um elemento constituído por um modelo. Ao criar um *prefab*, o programador tem a possibilidade de configurar o modelo que lhe corresponde, alterando dimensões, rotações e adicionando componentes, de modo a definir, de uma forma genérica, a lógica do modelo. Após efetuado este processo, é possível

reutilizar esta configuração para todo o objeto que é criado através do *prefab*. Face ao exposto, é possível compreender que, com a utilização desta funcionalidade, não é necessário configurar o mesmo modelo várias vezes, facilitando e acelerando, vastamente, o processo de desenvolvimento.

4.1.10. Animações

O Unity disponibiliza dois sistemas de animação. O primeiro, denominado por *Mecanim*, é o mais recente dos dois. Este, utiliza dois componentes: o *Animator*, um elemento que atribui animações a um objeto, a janela *Animation*, para que possam ser criados e programados *clips* de animação e o componente *Animator Window*, que permite, de uma forma gráfica criar, visualizar e modificar *Assets* do *Animator Controller*, um elemento pertencente ao *Animator* que controla as ações deste último. Para além deste sistema de animação, o Unity também disponibiliza o *Legacy Animation*, que possui um conjunto de funcionalidades reduzido e que faz uso do componente *Animation*, um componente *legacy* similar ao *Animator*, também com funcionalidades reduzidas quando comparado com este [41].

No caso específico deste jogo, foi utilizado o *Animator Window* para atribuir animações ao companheiro. Como mencionado na secção 4.1.3. o *buddy* foi implementado através da importação de um *package* da Unity Asset Store. Neste *package*, eram disponibilizadas várias animações, o que permitiu escolher animações apropriadas para cada momento do jogo para o companheiro.

De modo a animar os outros *prefabs*, nomeadamente as borboletas, os coalas e as abelhas, optou-se por utilizar o *package* DOTween, disponibilizado na Unity Asset Store, devido à sua baixa curva de aprendizagem e vasta coleção de recursos *online* [42]. Este, permite animar *GameObjects* diretamente nos componentes de script, através da disponibilização da biblioteca *DG.Tweening* que contém vários métodos que, por sua vez, permitem executar isto mesmo.

Cumprе realçar que, no planeamento do jogo foi explorada a introdução de animações utilizando o DOTween, mas por constrangimentos de tempo não foi possível garantir uma implementação correta e funcional das referidas animações. Deste modo, optou-se por não utilizar animações no *prefabs*, com exceção do *buddy* onde, como supramencionado, o *package* relativo a este já continha animações para este.

4.2. Software Blender

O programa Blender foi utilizado para criar os modelos tridimensionais, que aqui denominamos por modelos, com os quais o jogador interage durante todo o jogo. Todos os modelos presentes no jogo de memória e nos minijogos, nos quais são explicados os procedimentos médicos, foram fruto de um processo criativo e adaptados ao principal objetivo, educar de uma forma leve e divertida. Para esse efeito, foram criados e exportados do Blender diretamente para o Unity.

4.2.1. Modelação

Todos os modelos foram criados utilizando técnicas simples de modelação, com base num estilo de modelação *low poly*, essencialmente, por duas razões principais. Primeiro, por uma questão estética, com intuito de facilitar a interpretação dos modelos por parte dos jogadores, uma vez que o jogo se destina a crianças num ambiente hospitalar, circunstâncias em que a simplicidade e a clareza visual são essenciais para que seja proporcionada uma experiência acessível. Segundo, para garantir que cada modelo tem poucos vértices, evitando sobrecarregar o jogo com objetos pesados e difíceis de processar.

4.2.2. Texturização

Foram exclusivamente utilizados materiais *Principle Bidirectional Scattering Distribution Function (BSDF)* para texturizar os modelos [43], visto que os ficheiros de exportação do Blender, e, posteriormente, de importação no Unity, serão ficheiros *Filmbox (FBX)* [44]. Este tipo de ficheiros permite exportar, juntamente com os modelos, os materiais BSDF associados a cada um destes, de forma simples e sem perda de qualidade, afigurando-se uma mais-valia para a garantia de qualidade e simplicidade na implementação dos modelos.

4.2.3. Exportação de modelos

Como supramencionado, brevemente no ponto anterior (4.2.2.) foram utilizados ficheiros *FBX* para exportar os modelos do Blender diretamente para o Unity. A escolha deste tipo de ficheiros surge motivada pela ampla compatibilidade entre os dois programas no processamento deste tipo de ficheiros. Assim, a exportação direta consubstancia uma

garantia que os ficheiros são importados corretamente, isto é, sem perda de informação ou necessidade de conversões adicionais.

4.3. Jogo BraveHearts AR

Finda a explanação das ferramentas utilizadas no processo desenvolvimento e as suas respetivas características, cumpre clarificar o enredo do jogo. Este, desenrola-se em torno da cativante história de Alfredo, um pássaro cujos ovos foram perdidos após uma tempestade, que levou o seu ninho. O jogador é imerso numa jornada emocionante em que ajuda Alfredo a recuperar os seus preciosos ovos. Ao longo desta aventura, o jogador depara-se com novas personagens, a borboleta Aurora, o coala Kiko e a abelha Mel. As personagens foram escolhidas minuciosamente, representando cada uma delas, a sensação que o procedimento específico, que lhes corresponde, provocará à criança. Mais, cada personagem, para além de acompanhar Alfredo e o jogador na busca pelos ovos, desempenha um papel crucial, ao ensinar e esclarecer os jogadores, de maneira lúdica e envolvente, quanto aos procedimentos médicos que o jogador enfrentará após completar o jogo.

4.3.1. *Buddy*

O *buddy*, o pássaro Alfredo, foi criado com o intuito de proporcionar uma sensação de acompanhamento e companheirismo aos jogadores durante o decorrer do jogo. Considerando que o jogo é destinado às crianças da ala pediátrica do Hospital de Leiria, identificou-se a necessidade de criar um “companheiro” com a qual pudessem estabelecer uma relação de empatia, tornando a experiência do jogo mais acolhedora e envolvente.

Assim, esta personagem foi concebida com o intuito de transmitir às crianças uma sensação de que não estão sozinhas durante o jogo, oferecendo apoio constante e guiando-as através das diversas etapas e desafios. Ao criar essa conexão emocional, o *buddy* pretende ajudar a aliviar a ansiedade, o medo e o stress associado aos procedimentos médicos, transformando a experiência do jogo uma jornada compartilhada e menos intimidante.

Após uma sessão de *brainstorming* com as enfermeiras do Centro Hospitalar de Leiria, foi decidido, em consenso, adotar uma temática animal para todo o jogo. Nesse contexto, optou-se por fazer do *buddy* um pequeno e amigável pássaro, procurando que não provocasse qualquer tipo de medo nas crianças.

Com base neste critério, escolheu-se o modelo 3D do pássaro em questão. O modelo 3D foi obtido através da *asset store* do pacote *Quirky Series – Free Animals Pack* [45]. Este modelo apresenta, originalmente, algumas animações associadas, o que facilitou o processo de dar vida e realismo à personagem, tornando-a mais dinâmica e expressiva, e, por consequência, fortalecendo a sensação de companhia e empatia com as crianças.

Na Figura 12 é demonstrado o modelo 3D do companheiro, o pássaro Alfredo.



Figura 12 – *Buddy*, o pássaro Alfredo

4.3.2. Start Scene

Ao abrir a aplicação, o jogador é apresentado ao seu novo companheiro de aventura, o pássaro Alfredo. Nesta cena inicial, é feita a introdução à aventura e aos objetivos que o jogador e Alfredo irão enfrentar juntos. O pássaro Alfredo conta sua triste história, sobre como perdeu os seus ovos durante uma tempestade. Nesta fase, fica explícito que o objetivo do jogador é ajudar o Alfredo a encontrar os seus ovos, dando início a uma jornada repleta de aprendizagem e diversão.

Esta introdução é feita através de um balão de fala, o que dá vida à personagem, Alfredo. Foi usado um *sprite* de imagem de balão de fala, que recebeu cortes (*slices*) para permitir a sua expansão conforme a extensão do texto correspondente à fala da personagem. Um *container* foi utilizado para restringir o texto dentro do balão. O jogador pode navegar pelas mensagens do Alfredo, através de um botão “Seguinte”, presente no canto inferior direito do balão. Ao finalizar o discurso, esse botão é substituído por um botão “Jogar”, que leva o jogador ao primeiro desafio, o jogo de memória.

Foi, ainda, implementado um efeito de máquina de escrever ao texto, com recurso ao script *TW_MultiStrings_All*, que cria a sensação de que o texto está a ser escrito no momento e de que a personagem está realmente a falar com o jogador, dando assim mais vida à

personagem. Esta técnica de representação do discurso foi, posteriormente, utilizada para todas as personagens ao longo do jogo.

Na Figura 13 é demonstrada a *start scene*, o ecrã inicial do jogo.



Figura 13 - *Start scene*

4.3.3. Jogo de memória

Finda a introdução, inicia-se a fase interativa do jogo, propriamente dita, onde o jogador começa verdadeiramente a jogar. Assim, o primeiro desafio é, exclusivamente, focado na parte lúdica do jogo, o jogador não irá aprender sobre os procedimentos médicos, vai unicamente divertir-se. Este primeiro desafio consiste num simples jogo de memória composto por 6 cartas, ou seja, 3 pares.

A inovação, que diferencia o jogo desenvolvido de um tradicional jogo de memória, é a introdução da tecnologia de RA. Quando o jogador vira as cartas, para tentar encontrar os pares, não conseguirá obter uma perceção dos resultados, uma vez que as cartas são todas diferentes. Para completar o jogo, com sucesso, o jogador precisa de usar a câmara do dispositivo móvel, apontando-a para os marcadores presentes na parte inferior de cada carta, de modo a revelar os animais associados a cada marcador. Ao reconhecer o padrão, o jogo interpretará o marcador e irá exibir o modelo do animal associado em cima da carta física.

Na Figura 14 é demonstrado um dos marcadores utilizados no jogo de memória.



Figura 14 – Exemplo de marcador

Na Figura 15 é exemplificado o procedimento de jogabilidade do jogo de memória.

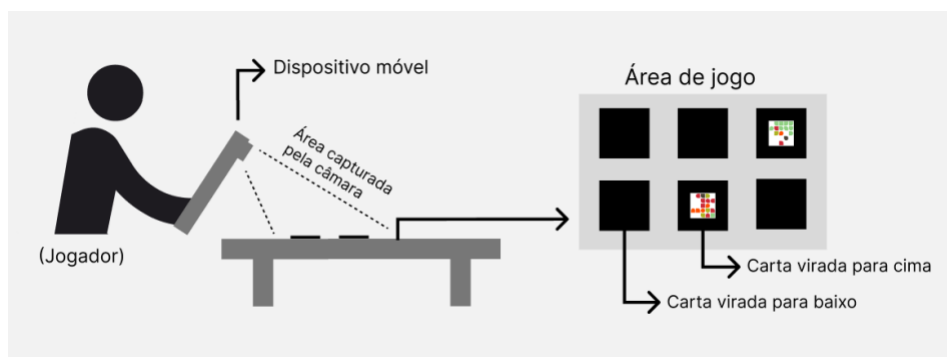


Figura 15 - Diagrama processo do jogo de memória

A mecânica do jogo consiste, como supramencionado, no reconhecimento de padrões que, neste caso, surgem denominados de marcadores e que se encontram presentes nas cartas físicas. O marcador, ao ser detetado, irá mostrar, no ecrã do dispositivo móvel, o modelo de Realidade Aumentada ao qual foi associado. Para além disso, cada um dos modelos foi atribuído, na janela *Inspector*, a um vetor de *GameObjects*, de modo a serem tratados sempre que é iniciado um jogo de memória. Com o objetivo de facilitar a implementação, foi considerado que o nome dos modelos, ao serem carregados no início do jogo, deveria corresponder ao nome do marcador que lhe diz respeito e que os modelos de RA relativos a animais que não correspondem ao nível atual devem ser destruídos, ou seja, removidos da hierarquia o que, por consequência, interrompe todas as suas funcionalidades e elimina a representação visual e quaisquer componentes associados a este. Cumpre salientar que para garantir a correta funcionalidade desta mecânica, recorreu-se a dicionários, que permitem associar os marcadores aos modelos de RA e aos seus respetivos estados. Em concreto, o estado indica se o modelo está ativo ou não e permite, também, guardar os pares do respetivo nível. Ainda a este respeito, importa realçar que os pares são definidos aleatoriamente no

início de cada jogo de memória, tendo em conta que se o jogador decidir voltar ao ecrã inicial e, posteriormente, retornar ao jogo de memória, os pares serão definidos aleatoriamente de novo e o progresso do nível é restabelecido às configurações iniciais. Contudo, o progresso no geral é mantido e guardado numa variável estática, que salvaguarda o seu valor ao longo do todo jogo. Ou seja, o progresso do nível em questão é perdido, mas o progresso do jogo no seu todo não.

Nesta senda, releva notar a apresentação de um indicador de quantos animais foram encontrados em cada nível, implementado com o objetivo de facilitar a compreensão do estado de progresso do nível. Este indicador está representado com uma imagem alusiva ao animal do respetivo nível e é incrementado sempre que o jogador encontra um par com sucesso, sendo que volta às configurações iniciais sempre que o jogador decidir seguir o caminho de voltar ao ecrã inicial, tal como foi supramencionado. Ao encontrar três pares o jogador é convidado pelo pássaro Alfredo a brincar com o animal desse nível. Neste seguimento, o jogador, ao carregar no botão de brincar, vai entrar no minijogo respetivo, de acordo com a analogia estabelecida, inframencionada no ponto 4.3.4. Por fim, cabe notar que, para salvaguardar as regras do jogo, não é permitido que o jogador possua mais do que duas cartas viradas para cima. Esta cláusula é imposta através do mecanismo de deteção, se este detetar três ou mais marcadores, em simultâneo, irá desativar todos os modelos relativos a estes, informando o jogador, através do sistema de mensagens e de áudio, que só pode ter duas cartas viradas para cima ao mesmo tempo.

Importa, ainda, realçar que, inicialmente, foi planeada a implementação de um sistema de dicas, de modo a facilitar a jogabilidade do jogo, para os casos onde o jogador não conseguisse encontrar um par durante um determinado intervalo de tempo ou após certo número de tentativas. Estava delineado que, o sistema iria funcionar através da presença de números nas cartas físicas, de modo a ser possível oferecer dicas ao jogador relativo a pares ainda não encontrados. Contudo esta funcionalidade acabou por não ser implementada, devido a constrangimentos de tempo.

Neste seguimento, foi, também, explorada a introdução de mecânicas que visam aprimorar a compreensão que o jogador possui da narrativa, assim como a interatividade do jogo. No caso concreto da compreensão da narrativa, é apresentado ao jogador informação sobre um modelo 3D. Para ativar esta funcionalidade o jogador necessita de carregar num modelo que esteja representado no ecrã. Mais se acrescenta, no caso da interatividade, foi

implementada a possibilidade de o jogador rodar um modelo 3D, assim como mudar o tamanho deste. Contudo, a implementação deste último caso não se encontra ativa devido a constrangimentos provocados pelas suas funcionalidades no correto funcionamento do jogo de memória. Assim, releva notar que não foi possível resolver os referidos obstáculos devido à escassez de tempo.

O jogo de memória é jogado 3 vezes ao longo da jornada do jogador e do seu companheiro Alfredo. Em cada nível, a mecânica para completar o jogo permanece a mesma; a única diferença são os animais que o jogador irá descobrir, que dependem da narrativa da história e serão usados para explicar o minijogo subsequente. No primeiro nível, os animais descobertos nas cartas são borboletas, e o jogador terá de encontrar os pares de borboletas iguais. No segundo nível, os animais são coalas, e no terceiro, abelhas, mantendo-se, como já foi esclarecido anteriormente, a mesma lógica de jogo.

As instruções necessárias para completar o jogo de memória são explicadas pelo próprio Alfredo e podem ser revistas, se o jogador assim o desejar, através de um botão “>” presente no canto inferior direito do balão de fala. De forma a manter a coerência do UI ao longo do jogo, os botões presentes nos balões de fala serão localizados, sempre, nesta posição.

Nas Figuras 16, 17, 18 e 19 é demonstrado o jogo de memória, mais especificamente, as suas configurações iniciais, quando o jogador encontra um par e quando termina.

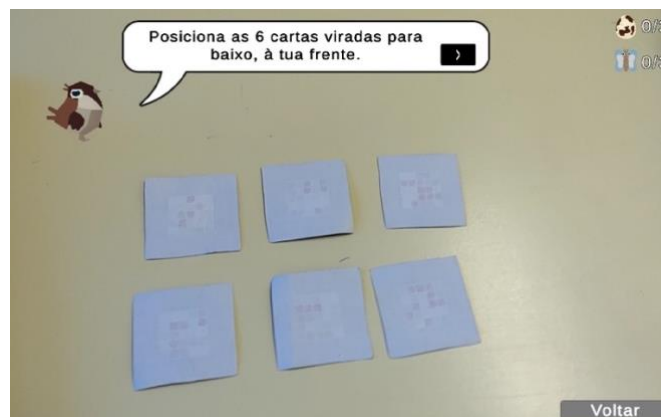


Figura 16 - Jogo de memória (estado inicial)

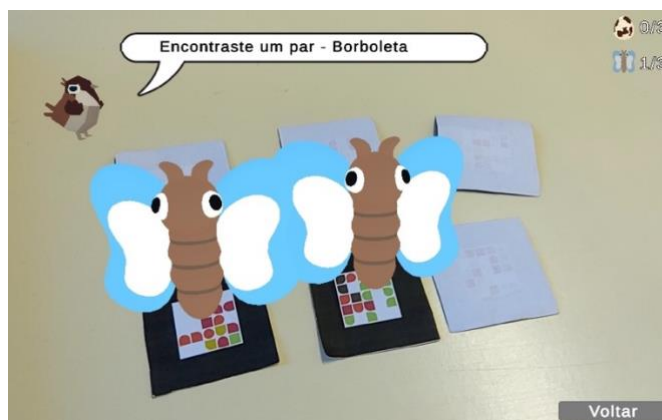


Figura 17 - Jogo de memória (par encontrado)

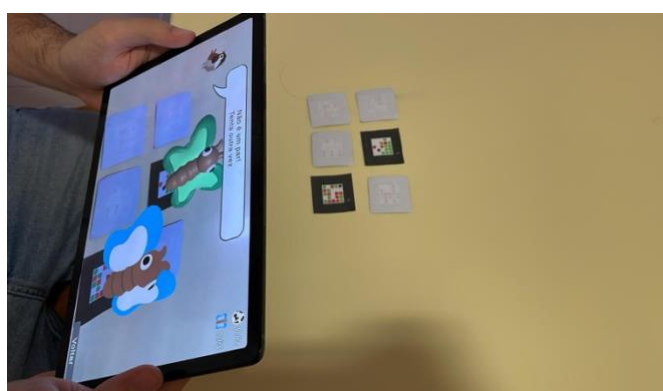


Figura 18 - Jogo de memória - visão externa (não é um par)



Figura 19 - Jogo de memória (finalizado)

4.3.4. Minijogos

Os minijogos foram concebidos com o propósito de introduzir, com ligeireza, a explicação dos procedimentos médicos aos quais a criança será submetida no futuro, evitando que a experiência se tornasse demasiado teórica e monótona. Como mencionado anteriormente, foi procurado um equilíbrio entre a vertente lúdica, representada pelo jogo de

memória e a procura pelos ovos, e a vertente didática, onde a criança aprende através da interação com os utensílios médicos, que serão usados pelos enfermeiros na vida real.

Existem três minijogos, cada um representativo de um procedimento médico específico. Os procedimentos representados foram, cuidadosamente, escolhidos pelas enfermeiras do Hospital de Leiria, visando preparar as crianças para as experiências que irão vivenciar. Os procedimentos foram representados de forma crescente de acordo com a sua invasividade o que, por sua vez, também, se traduz na ordem de realização real. Nesta senda, o primeiro minijogo ensina como se procede à aplicação do penso EMLA e da pomada analgésica, o segundo aborda a aplicação do garrote, e o terceiro explica a inserção do cateter. Ainda com a ajuda das enfermeiras foi criada uma metáfora entre os animais descobertos no jogo de memória e à sensação associada a cada procedimento.

As instruções necessárias para completar os minijogos são fornecidas pelo respetivo animal associado, e podem ser revisitadas a qualquer momento, de forma semelhante à presente no jogo de memória.

Dado que o público-alvo do jogo são crianças, procurou-se ao máximo reduzir o número de mecânicas necessárias para completar os minijogos, garantindo que a explicação dos procedimentos fosse facilmente absorvida. A simplificação das mecânicas também visou minimizar a curva de aprendizagem, tornando a experiência mais acessível e intuitiva. Dessa forma, as crianças podem focar-se plenamente na aprendizagem e na diversão, sentindo-se mais preparadas e confiantes em relação aos procedimentos médicos futuros.

4.3.4.1. Minijogo 1 – Penso EMLA

O primeiro minijogo tem como objetivo explicar o procedimento da aplicação do penso EMLA. O penso EMLA funciona como um anestésico local e é utilizado antes da punção venosa periférica realizada pelo cateter. Existem duas versões deste penso: uma é apenas um adesivo aplicado diretamente no local da futura punção e outra envolve a aplicação de uma pomada antes de colocar o adesivo.

Foi escolhido representar no jogo a segunda variante, que utiliza a pomada. Pese embora o procedimento de ambas as variantes sejam bastante idênticas, a escolha da segunda variante teve como fundamento o facto de incluir um o elemento adicional, a pomada, tornando o minijogo mais interessante, interativo e, potencialmente, em maior conformidade com o procedimento real. A inclusão da pomada adiciona um nível extra de complexidade,

evitando que o minijogo se torne demasiado simples e, ao mesmo tempo, proporcionando uma oportunidade educacional mais rica para as crianças.

Cabe notar que as ações necessárias para completar o minijogo são: arrastar a pomada para a parte de superior da mão, carregar no penso para o abrir e, em seguida, arrastar o penso já aberto para o local onde a pomada foi, previamente, aplicada.

Neste primeiro minijogo, é introduzida a mecânica de interagir com os objetos 3D que se encontram no ecrã, carregando neles e arrastando-os para os respetivos locais. De modo a detetar que o objeto chegou ao local desejado, foram utilizadas componentes de colisão, que o Unity oferece. Mais especificamente, foi feito especial uso da componente *BoxCollider* para criar, ao redor de cada objeto e local de destino desejado, um paralelepípedo relativo à posição que este ocupa no espaço. Neste âmbito, cabe realçar que, de modo que as mecânicas de movimentação de objetos funcionem corretamente, é necessário adicionar, a cada objeto que se deseja movimentar a *tag* “*Object*”, que permite distinguir os objetos que devem ser movimentados dos que não devem ser movimentados, e a componente *RigidBody*, também disponibilizada pelo Unity. Esta componente permite fazer uso do motor de jogo do Unity, através da atribuição de propriedades físicas ao objeto do qual faz parte. Assim, em cada objeto que possui a componente *RigidBody* é desativada a física de gravidade que, para o caso específico do desenvolvimento do jogo abrangido por este relatório, não é relevante e, também, não permitia o correto funcionamento das mecânicas desejadas. Para além disso, na componente *BoxCollider*, dos objetos que requerem movimento, é utilizada a configuração *IsTrigger*, de modo que ao ser detetada uma colisão seja executado, automaticamente, código específico para tratar da referida colisão. Ainda a este respeito, releva clarificar que, no caso da pomada e do penso, foi necessário criar objetos adicionais, para permitir que estes sejam colocados no local correto após completar o seu respetivo desafio. Por fim, cumpre destacar os constrangimentos causados pelo desenvolvimento destas mecânicas. O jogo foi desenvolvido tendo em conta as três dimensões que compõe o espaço, algo que não permitia o correto funcionamento das mecânicas deste minijogo devido ao facto de o ecrã do dispositivo utilizado ser bidimensional. De modo a corrigir este problema e a garantir o correto funcionamento da aplicação, tomou-se a decisão de apenas permitir que os objetos sejam movimentados em duas dimensões, neste caso nos eixos das abscissas e das ordenadas. Como consequência, foram colocados objetos que não necessitam de ser movimentados, como é, por exemplo, o caso do braço, que se posiciona no *background* da *scene*. Para além deste constrangimento,

importa salientar que as configurações das componentes *RigidBody* e *BoxCollider* também exigiram um intervalo de tempo de desenvolvimento considerável, para garantir a sua qualidade. Para que se alcançassem os objetivos no desenvolvimento de cada uma destas componentes, foi crucial trabalho de pesquisa, realizado com intenção de encontrar as melhores configurações possíveis para estas.

As instruções para completar o minijogo são fornecidas pela personagem, a borboleta Aurora. A escolha de uma borboleta assenta na ideia de que a aplicação da pomada e do penso proporciona uma sensação leve e delicada, semelhante ao toque de uma borboleta.

Nas Figuras 20 e 21 é demonstrado o minijogo 1, relativo à aplicação da pomada e do penso, no seu estado inicial e quando termina.



Figura 20 - Minijogo 1 (estado inicial)



Figura 21 - Minijogo 1 (finalizado)

4.3.4.2. Minijogo 2 – Garrote

O segundo minijogo centra-se em explicar o procedimento da colocação do garrote. Este dispositivo médico é utilizado pelos enfermeiros para facilitar a localização da veia onde será realizada a punção. Ao ser aplicado no braço da criança e apertado, o garrote interrompe, temporariamente, o fluxo sanguíneo, evidenciando as veias e, consequentemente, facilitando o procedimento.

Importa notar que uma vez que os procedimentos são sequenciais, ao iniciar o minijogo 2 o jogador deparar-se-á com os resultados das ações realizadas no minijogo anterior. Assim, nesta fase, terá à sua frente o braço com a pomada e o penso aplicados.

Neste seguimento, as ações necessárias para completar o minijogo incluem: remover o penso presente no braço, desinfetar o local pressionando o desinfetante, limpar o local arrastando o pano para a mesma zona, aplicar o garrote arrastando-o para o início do antebraço e pressionando-o repetidamente até este ficar apertado.

Neste minijogo, são utilizadas as mecânicas aprendidas e aplicadas anteriormente, como carregar e arrastar objetos 3D, junto com uma nova mecânica de pressionar repetidamente o mesmo objeto. As mecânicas utilizadas no minijogo anterior possuem um *modus operandi* semelhante neste minijogo. Estas irão aplicar-se aos seguintes objetos: penso, desinfetante, pano e garrote. A nova mecânica introduzida neste minijogo é, como mencionado anteriormente, o pressionar repetidamente o mesmo objeto. Esta, é utilizada no garrote, após a colocação do mesmo no braço, de modo a simular a sua aplicação real. A mecânica é análoga à de carregar num objeto, sendo utilizadas as mesmas componentes e lógica para o seu funcionamento. A diferença entre esta e a mecânica de carregar traduz-se no facto de que ao apertar o garrote, o jogador necessita de efetuar esta ação repetidamente, no caso concreto três vezes, de modo a concluir o objetivo. Releva mencionar que durante o desenvolvimento deste minijogo, foram encontrados constrangimentos com a funcionalidade do garrote, mais concretamente no âmbito da deteção de colisão. O garrote, por possuir um perfil diferente dos demais objetos, obrigou a que fossem experimentadas diferentes configurações de colisões. A resolução deste problema, apesar de ter consumido um intervalo de tempo considerável, acabou por ser resolvido com sucesso, através de uma configuração específica da componente *BoxCollider* do garrote e do local no braço onde este se posiciona.

As instruções para completar o minijogo são fornecidas pela personagem, o coala Kiko. A escolha de um Coala foi baseada na ideia de que a aplicação e o aperto do garrote proporcionam uma sensação semelhante a um abraço de um coala.

Nas Figura 22 e 23 é demonstrado o minijogo 2, relativo à aplicação do garrote, no seu estado inicial e no seu estado de termino.



Figura 22 - Minijogo 2 (estado inicial)



Figura 23 - Minijogo 2 (finalizado)

4.3.4.3. Minijogo 3 – Cateter

O último minijogo tem como objetivo explicar o procedimento da inserção do cateter para realizar a punção venosa. Este procedimento é composto por várias etapas detalhadas que nos foram explanadas pelas enfermeiras. No entanto, para manter a eficiência e evitar que o jogo se tornasse demasiado extenso e teórico, foram selecionadas apenas as etapas mais importantes e relevantes para a jogabilidade.

Este jogo reúne as mecânicas aprendidas nos dois minijogos anteriores. Assim como no minijogo 2, o jogador começará com os resultados das suas ações anteriores, neste caso, com o garrote já colocado no braço. As mecânicas são semelhantes às dos minijogos anteriores e, como tal, entende-se que dispensam de explanação detalhada. Durante o desenvolvimento deste minijogo, foram encontrados vários constrangimentos devido ao facto de este requisitar vários objetos pertencentes a minijogos anteriores, para serem utilizados em conjunto com uma coleção considerável de novos objetos. Isto, resultou numa instabilidade substancial do código e várias falhas no processo de garantia do seu correto funcionamento. Este problema era especialmente notório na lógica de código e acabou por ser resolvido através de uma análise profunda e detalhada desta mesma, que resultou, em última ordem, numa reescrita do mesmo.

As ações necessárias para completar o minijogo 3 incluem: carregar no desinfetante, arrastar o pano para limpar o local, inserir o cateter no local desinfetado, arrastando-o para as costas da mão, aplicar o adesivo sobre o cateter e, por fim, colocar a tala que envolve o braço.

As instruções para completar o minijogo são fornecidas pela personagem, a abelha Mel. A escolha de uma abelha foi baseada na ideia de que a inserção do cateter proporciona uma sensação semelhante à picada de uma abelha, designada por “beijinho” com vista a aligeirar a sensação perante as crianças.

Nas Figuras 24 e 25 é exemplificado o minijogo 3, relativo à aplicação do cateter, no seu estado inicial e final.



Figura 24 - Minijogo 3 (estado inicial)

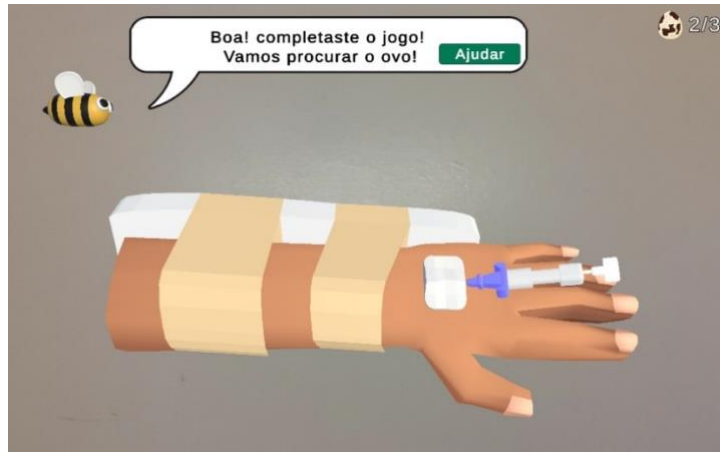


Figura 25 - Minijogo 3 (finalizado)

4.3.5. Recompensar o jogador

Ao completar cada minijogo, o jogador é levado para um novo desafio, onde deverá procurar um dos ovos do seu companheiro, o pássaro Alfredo, perdido num dos arbustos. Esta etapa foi desenvolvida para proporcionar uma sensação de progresso no jogo. Ao entrar na cena, Alfredo faz uma breve explicação, informando ao jogador que um dos seus ovos está perdido naquela área e pede que ele procure atrás dos arbustos. Esses arbustos aparecerão no espaço ao redor do jogador, e ele precisará usar a câmara do dispositivo para os procurar e carregar neles até encontrar o arbusto que contem o ovo.

Para facilitar a busca para os pequenos jogadores, foram implementadas pequenas dicas visuais que indicam o arbusto correto. O arbusto que realmente contém o ovo abana levemente e solta algumas folhas. Optou-se por implementar estas pequenas dicas, com o intuito de ajudar as crianças ao máximo, almejando que as crianças joguem sem frustrações e sem perder muito tempo. Esta escolha encontra-se, inclusivamente, em concordância com a postura adotada ao longo de todo o desenvolvimento do projeto.

Ao encontrar o ovo, o jogador é congratulado pelo seu companheiro de aventura, Alfredo, e retorna ao segundo nível do jogo de memória, dando continuidade à sua jornada de aprendizagem e diversão.

Nas Figuras 26, 27 e 28 é demonstrado o processo de encontrar um dos ovos do pássaro Alfredo, utilizado de modo a recompensar o jogador por completar um dos objetivos.



Figura 26 - Procura dos ovos (estado inicial)



Figura 27 - Procura dos ovos (ovo encontrado)



Figura 28 - Procura dos ovos (congratulação)

4.3.6. *End Scene*

Ao completar o jogo, o jogador é levado para a cena final. Nessa cena, o companheiro Alfredo, que esteve presente durante toda a jornada, aparece no seu ninho, ao lado dos três ovos que o jogador encontrou. O jogador é congratulado pelo sucesso na sua missão e recebe duas opções: voltar a jogar o jogo ou sair da aplicação.

Na Figura 29 é demonstrada a *end scene* do jogo, o ecrã final deste.



Figura 29 - *End scene*

4.3.7. Sistemas de demonstração de progresso

Ao longo do processo de desenvolvimento do jogo, foi definida a importância de estabelecer um sistema capaz de oferecer *feedback* positivo e negativo ao jogador. De modo a cumprir estes requisitos, foram utilizados o sistema de áudio e o sistema de partículas.

O sistema de áudio socorre-se de cinco *clips* de áudio, obtidos através do recurso *itch.io*, que permitem ao jogador obter *feedback* sobre o seu progresso [46]. Mais especificamente, são utilizados três *clips* de áudio para oferecer *feedback* positivo ao jogador: um demonstra que o jogador carregou, com sucesso, num botão; outro para demonstrar que o jogador completou um desafio menor, como encontrar um par ou arrastar a pomada para o local correto; e um outro para assinalar que o jogador completou, com sucesso, um desafio, ou seja, é utilizado para ajudar o jogador a compreender que completou, com sucesso, o jogo de memória, os minijogos e encontrou o ovo. Para além destes, são utilizados dois *clips* relativos a *feedback* negativo, um com o intuito de fazer o jogador compreender que falhou na tarefa de completar um desafio menor como, por exemplo, no caso de encontrar dois

animais que não são pares e outro para avisar o jogador de que este está a descumprir as regras do jogo, ou de um minijogo, em específico, como, por exemplo, no caso do utilizador decidir virar mais do que duas cartas para cima em simultâneo.

Por seu turno, o sistema de partículas utiliza confettis para oferecer feedback visual positivo ao jogador. Este vai permitir aumentar a compreensibilidade sobre a conclusão, com sucesso, de um desafio menor do jogo de memória, mais especificamente o encontrar um par e, também, sobre ter encontrado, com sucesso, um dos ovos do pássaro Alfredo. Releva salientar que este sistema provocou constrangimentos no âmbito do desempenho da aplicação. Inicialmente, foi utilizada a configuração base que o Unity oferece para o sistema de partículas, no entanto, esta provou ser excessivamente exigente para com o *hardware* utilizado durante o desenvolvimento. Tendo isto em conta e com o intuito de melhorar o desempenho do jogo, foram feitos vários testes com configurações diferentes do sistema de partículas. Assim, foi possível encontrar uma configuração que permitiu manter o sistema, em grande parte, da forma que tinha sido, inicialmente, projetado, tendo-se procedido à redução da quantidade de partículas que são projetadas, aquando da chamada desta componente, para efetuar a resolução do supramencionado problema.

5. Testes

Durante a fase final de desenvolvimento do projeto foram realizados testes com o intuito de apurar *bugs* e problemas em funcionalidades desenvolvidas, assim como obter uma avaliação global sobre o cumprimento dos requisitos estabelecidos e perspectivas diferentes sobre cada aspeto do jogo.

5.1. Planeamento e execução

De modo a tornar possível a execução destes testes, foram construídos dois questionários, com recurso à plataforma Google Forms [47]. Estes, permitiram obter informação demográfica sobre os participantes, assim como uma opinião dos mesmos sobre a usabilidade do sistema. Nesta sequência, importa realçar que o questionário utilizado para avaliar a usabilidade do sistema foi o *System Usability Scale* (SUS)⁵, um *industry standard* na área de informática, devido a este ser uma forma célere e eficiente de obter resultados neste âmbito. Releva, ainda, mencionar que ambos os questionários garantem o anonimato dos participantes. Mais se acrescenta que todas as informações serviram apenas para efeitos do presente relatório, não se encontrando comprometida, de forma alguma, a sua confidencialidade.

O questionário demográfico⁶, consiste em sete perguntas que permitem apurar a idade, o género e as limitações físicas e psicológicas do participante. Para além disto, importa notar, que também é possível apurar a experiência que o questionado possui com tecnologia, no seu global, assim como com a tecnologia de Realidade Aumentada, em concreto. O questionário permite, também, aferir a frequência com que este utiliza dispositivos móveis para jogar e sobre as expectativas que este possui para com uma aplicação de RA. Releva, ainda, notar que o questionário possui, dependendo das questões, respostas abertas, de escolha múltipla e de seleção múltipla.

No caso do questionário de usabilidade implementado⁷, foi utilizada a tradução para português do questionário SUS do estudo *European Portuguese Validation of the System*

⁵ Consultar o anexo B, para uma análise mais aprofundada da versão original do questionário SUS

⁶ Consultar o apêndice C, para uma análise mais aprofundada do questionário demográfico implementado

⁷ Consultar o anexo C, para uma análise mais aprofundada do questionário de usabilidade implementado

*Usability Scale*⁸, de modo a reduzir potenciais constrangimentos linguísticos que os participantes pudessem ter. Nesta senda, este questionário consiste em dez perguntas, com respostas de acordo com a escala de 5 pontos de Likert, ou seja, respostas de escolha múltipla enumeradas com os valores de 1 a 5. Os valores presentes em cada resposta são relativos ao nível de concordância que o participante possui sobre uma área concreta do jogo, tendo em conta que o valor 5 corresponde a um ponto de vista totalmente de acordo com aquilo que está implementado, o valor 1 o completo oposto e, seguindo a mesma lógica, o valor 3 será utilizado para sinalizar um ponto de vista neutro [48].

Neste seguimento, releva notar que a pontuação obtida no questionário SUS é calculada da seguinte forma: para todas as questões enumeradas por um número par, é subtraído o valor da resposta ao número 5; para todas as questões enumeradas por um número ímpar é subtraído o valor 1 do valor da resposta; para a obter o resultado, é efetuado o somatório de todos os valores, relativos a cada questão do questionário, sendo este multiplicado pelo valor 2,5 [49], [50].

De modo a compreender os resultados obtidos a partir deste questionário importa realçar que, a pontuação de referência para aferir a usabilidade de um sistema é o valor 68, podendo esta variar entre 0 e 100. Neste seguimento, cabe mencionar que uma pontuação acima do valor de referência se traduz num ponto de vista de usabilidade positivo e um resultado inferior a este traduz-se num ponto de vista de usabilidade negativo. Em específico, a usabilidade de um sistema que possui uma pontuação SUS: no intervalo entre 68 e 80.3 é considerada boa, e, no caso de se obter um valor acima do limite superior deste intervalo será considerada excelente; no intervalo entre 51 e 68 a usabilidade será má e abaixo do limite inferior deste intervalo é considerada paupérrima [49], [50].

Nesta senda, importa mencionar, que os testes foram executados ao longo de vários dias, em diferentes horários e em ambientes controlados, mais especificamente, locais silenciosos onde o voluntário não possuía distrações externas. Releva salientar, que se optou por executar os testes de uma maneira mais flexível, com o intuito de favorecer a redução de eventuais constrangimentos logísticos que estes poderiam causar aos participantes. Esta decisão teve um impacto positivo na quantidade de participantes reunidos.

⁸ Consultar o anexo D, para uma análise mais aprofundada sobre a tradução do questionário de usabilidade

O processo de execução de cada teste consistia na resposta ao questionário demográfico supramencionado, e após o seu término, o participante era convidado a jogar o jogo desenvolvido. Importa realçar que enquanto o participante jogava, este era encorajado a fazer observações sobre os aspetos do jogo sobre os quais tivesse uma opinião menos positiva ou alguma sugestão de melhoria. Nesta sequência, as observações efetuadas pelos participantes foram registadas e serão descritas e discutidas no subcapítulo seguinte (ponto 5.2.). Após concluir o jogo, o participante era convidado a responder ao questionário relativo a usabilidade do sistema, o qual marcava o término do teste.

5.2. Apresentação e discussão de resultados

A aplicação foi testada por um total de dez voluntários. Cumpre mencionar que todos os participantes consentiram a recolha e análise dos dados respondidos em ambos os questionários.

Na Tabela 1 encontram-se os resultados obtidos para o questionário demográfico.

Tabela 1 - Resultados questionário demográfico

Idade (anos)	Média	25.4	
	Min-Max	20-51	
Gênero (%)	Masculino	8	80%
	Feminino	2	20%
	Outros	0	0%
	Prefiro não dizer	0	0%
Limitações físicas ou psicológicas	Sim	0	0%
	Não	10	100%
Experiência com tecnologia	Nenhuma	0	0%
	Uso raramente	0	0%
	Uso algumas vezes	0	0%
	Uso frequentemente	0	0%
	Uso diariamente	10	100%
Frequência com que utiliza dispositivos móveis para jogar	Nunca	0	0%
	Raramente	4	40%
	Algumas vezes por mês	2	20%
	Algumas vezes por semana	0	0%
	Diariamente	4	40%
Experiência com Realidade Aumentada	Nenhuma	2	20%
	Pouca	3	30%
	Alguma	4	40%
	Bastante	1	10%
Espectativas para com um jogo de Realidade Aumentada	Experiência imersiva	4	40%
	Interatividade com o ambiente real	7	70%
	Gráficos e animações	6	60%
	Novidades tecnológicas	3	30%
	Outros	0	0%

Através da análise da Tabela 1, é possível compreender que os dez voluntários são, maioritariamente, do sexo masculino e possuem uma idade média de 25,4 anos, variando esta entre 20 e 51 anos. Releva salientar que nenhum participante mencionou possuir qualquer tipo de limitação física ou psicológica. Para além disso, todos os participantes referiram utilizar tecnologia diariamente, sendo que a frequência com que estes utilizam dispositivos móveis para jogar, a experiência que possuem com a tecnologia de Realidade Aumentada e as expectativas que possuem para um jogo de RA são questões em que as respostas se distribuem de forma equilibrada, com especial ênfase, neste último, para a esperança de o jogo de RA possuir um bom nível de interatividade com o ambiente real.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos no questionário SUS.

Tabela 2 - Resultados questionário SUS

Questões										Avaliações
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUS Score
4	1	5	1	5	1	5	1	4	1	95
2	1	5	1	5	1	4	1	5	1	90
1	1	4	1	3	3	5	1	5	1	77,5
4	2	3	1	4	3	4	1	3	1	75
4	1	4	1	5	1	5	1	5	1	95
3	3	4	1	3	1	5	4	4	1	72,5
1	1	5	1	4	1	5	1	5	1	87,5
2	2	3	2	4	1	3	2	5	1	72,5
2	1	5	1	4	1	5	1	4	1	87,5
2	3	5	1	4	3	5	2	5	1	77,5
Média:										83

Os resultados obtidos não são conclusivos quanto ao sucesso do projeto desenvolvido no que respeita à redução de emoções negativas em ambientes pré-operatórios e em pacientes pediátricos, dada a idade média dos participantes e as circunstâncias em que estes realizaram os testes. Assim, cumpre notar que os testes se focaram, essencialmente, na usabilidade do sistema, de modo a garantir o seu correto funcionamento. Importa, ainda, realçar que não foi

possível constituir um grupo de participantes de acordo com o público-alvo, ou seja, com pacientes pediátricos, devido a constrangimentos temporais, consequente das dificuldades encontradas ao longo do processo de implementação do jogo em questão.

Ainda assim, os resultados no âmbito da usabilidade do sistema para este grupo de participantes, provam ser satisfatórios. Nesta senda, releva mencionar que os resultados deste questionário foram, também, afetados pela idade média do grupo em questão. Isto é evidente, por exemplo, na questão sobre a vontade em utilizar o produto novamente, onde cerca de 60% das respostas obtidas atribuíram uma classificação negativa, ou seja, com um valor inferior a três. Os resultados são totalmente compreensíveis, dado que o jogo foi desenvolvido para cativar a atenção de pacientes pediátricos, não estando ajustado às particularidades e exigências dos adultos. Para além deste exemplo, este constrangimento é, também, observável em questões que mencionam a complexidade ou facilidade de utilização do produto. Neste caso, as respostas foram globalmente positivas, mas, cabe notar que um adulto terá mais facilidade em utilizar o produto do que uma criança e requererá, naturalmente, menos ajuda por parte de uma terceira entidade.

Cabe, ainda, analisar as respostas às questões relativas à integrabilidade das várias funcionalidades do jogo, inconsistências presentes e opinião sobre a curva de aprendizagem do jogo. Importa realçar que nestas questões, não foram obtidas respostas negativas, sendo a vasta maioria destas positivas e algumas satisfatórias.

Nesta senda, releva, ainda, mencionar o resultado SUS obtido. Através de uma análise à Tabela 2, é possível compreender que nenhum conjunto de respostas relativo a um participante obteve uma pontuação SUS abaixo do valor médio estipulado, sendo o valor mais baixo 72,5, o valor mais alto 95 e a média de 83. Este resultado é, portanto, considerado excelente, tendo em conta que, para alguns dos voluntários, a usabilidade foi apenas avaliada como boa. É possível estipular, então, que o jogo desenvolvido foi bem-sucedido no que respeita à usabilidade do sistema.

Foram, ainda, registadas diversas observações efetuadas pelos participantes, ao longo do processo de testes. Estas recaíram, sobretudo, no âmbito de feedback visual oferecido ao jogador e da interface do jogo. As mensagens que são apresentadas ao jogador não são explícitas o suficiente, tendo sido sugerido, por vários colaboradores, a implementação de mais cores no texto, de modo a chamar a atenção do jogador para a informação apresentada e aumentar a capacidade deste compreender se, por exemplo, encontrou um par ou se chegou

ao fim do tutorial da secção onde se encontra. Ainda no tópico das mensagens, foi sugerido um enriquecimento das mensagens presentes na *scene* final do jogo. Por fim, alguns participantes propuseram que se acrescentassem mensagens mais detalhadas quanto ao local correto para a aplicação dos instrumentos médicos, de forma a facilitar a compreensão das instruções por parte do utilizador.

Foi sugerido, também, que os botões presentes na interface do jogo fossem realocados para uma outra secção, de modo a facilitar a sua utilização. Nestes dois aspetos e, em outros casos específicos, foram registados alguns *bugs* presentes na aplicação, nomeadamente relacionados com a apresentação das mensagens e da funcionalidade de alguns botões.

Cumpre, ainda, salientar que os participantes realçaram que a jogabilidade do jogo por parte das crianças pode ser complicada pelo facto de estas serem, naturalmente, mais curiosas e menos pacientes na sua jogabilidade, o que poderá ter como consequência o não cumprimento das instruções oferecidas e ou a não leitura da informação disponibilizada. De modo a combater esta adversidade, foi sugerido apresentar as instruções e a informação à medida que estas são necessárias como, por exemplo, só apresentar o que é um garrote quando o jogador chega a essa parte do jogo.

Para além destas observações, foram registados alguns apontamentos relativos a constrangimentos de *hardware*. Mais especificamente, os participantes notaram que o *zoom* da câmara do dispositivo móvel utilizado era demasiado elevado. Para além disso, em casos particulares onde o jogador não consegue disponibilizar duas mãos para jogar, um dispositivo móvel de maiores dimensões, como é o caso do tablet utilizado, irá dificultar ou mesmo impossibilitar a jogabilidade do jogo, caso não haja a possibilidade de introdução de uma entidade externa, para auxiliar o jogador. A este respeito, cabe realçar que, devido às características únicas da anatomia das crianças, esta adversidade pode, também, estender-se para os pacientes pediátricos que possuam a capacidade de disponibilizar duas mãos, nomeadamente por consequência do tamanho das mesmas e da sua menor destreza.

6. Conclusão e Trabalho Futuro

O desenvolvimento do projeto abrangido por este relatório permitiu obter novas competências no âmbito da investigação, organização e planificação de projetos. Para além disso, permitiu, também, consolidar vários conhecimentos obtidos ao longo curso, bem como conhecer e trabalhar com novas tecnologias, como é o caso do Unity e das suas ferramentas.

A principal meta estabelecida para este projeto foi o desenvolvimento de um jogo para dispositivos móveis, utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada e o Unity, que visasse reduzir as emoções negativas de pacientes pediátricos em ambientes pré-operatórios. Através da análise dos resultados obtidos durante o processo de testes, é possível concluir que o objetivo, na sua globalidade, foi atingido, já que, foi possível implementar um jogo para dispositivos móveis que utiliza a tecnologia de RA e o Unity e que demonstra três procedimentos médicos. É importante realçar que, no âmbito de redução de emoções negativas em crianças que se encontrem a aguardar a sua operação, não é possível obter quaisquer conclusões devido ao facto de os testes não terem sido efetuados com um grupo de participantes pertencentes à faixa etária do público-alvo e nas circunstâncias pretendidas.

Neste seguimento, cabe realçar a preparação que a aplicação possui no âmbito da execução de futuros testes que pretendam apurar a sua capacidade de reduzir as emoções negativas no público-alvo, estando esta totalmente pronta para este processo. Para além disso, releva notar o sucesso do processo de desenvolvido do jogo em questão. Foi possível implementar várias mecânicas alinhadas com as sugestões da equipa de enfermeiras do Centro Hospitalar de Leiria, que visam permitir educar o público-alvo no âmbito do procedimento pré-cirúrgico a que serão submetidos. Importa, ainda, mencionar a integração entre as várias componentes de jogo, com especial ênfase para o fluxo presente entre o jogo de memória, os minijogos e o mecanismo que permite recompensar o jogador. No caso concreto dos minijogos, cabe notar a implementação de diferentes minijogos que permitem ao jogador aprimorar a sua familiarização com 3 etapas do procedimento pré-operatório, potencialmente serenando as emoções negativas já referidas.

No âmbito do trabalho futuro relativo a este projeto, destaca-se a importância da realização de avaliações com o público-alvo e num local apropriado, neste caso, numa sala

de espera da ala pediátrica de um hospital ou, na impossibilidade, num ambiente tanto semelhante quanto possível. Considerando que, o jogo já foi testado no âmbito da sua usabilidade, estes testes devem dar especial ênfase à redução de emoções negativas nos jogadores, mas não obstante de serem registados problemas ou melhorias a efetuar no âmbito da usabilidade, uma vez que os testes já efetuados, foram realizados em pessoas adultas com bastante experiência com tecnologia que, naturalmente, possuem menos dificuldades em trabalhar com o referido jogo.

Para além disto, cabe realçar que devem ser corrigidos os *bugs* registados durante os testes já realizados e que, devem ser efetuadas as melhorias no sistema de mensagens e de interface do jogo mencionadas no capítulo anterior, de modo a facilitar a jogabilidade. Nesta senda, devido a constrangimentos de tempo, tal como mencionado na secção 4.1.10, não foi possível implementar animações nos *prefabs* da borboleta, do coala e da abelha. A ideia planeada para implementar estas animações envolvia a utilização do *package* DOTween, de modo a animar estes animais no jogo de memória, aquando da sua descoberta por parte do jogador, e nos minijogos, aumentado a imersão do jogo. Mais se acrescenta, a implementação da funcionalidade que visa aprimorar a interatividade do jogo de memória deve ser revista e corrigida, de modo a garantir o seu correto funcionamento, assim como o do jogo de memória. Nesta senda, devem, também, ser acrescentadas mais informações à funcionalidade de apresentação de informação quando o jogador carrega no modelo 3D.

Seria, ainda, benéfico, no âmbito do aspeto estético do jogo, realizar uma reconstrução de todos os modelos 3D presentes no jogo, visando aumentar o seu detalhe, de forma a torná-los mais legíveis e mais adequados ao público-alvo. Para além disso, seria vantajoso substituir as *sprites*, representativas dos arbustos e do ovo, por modelos 3D, uma vez que são os únicos elementos presentes no jogo, com os quais o jogador interage, que não possuem uma representação tridimensional.

Deve, também, ser feita uma reflexão sobre o dispositivo em que o jogo deve ser jogado face às limitações de anatomia presentes nas crianças, tal como mencionado no capítulo anterior. Importa notar que, para efetuar a referida reflexão, devem ser executas novas avaliações do jogo em questão em diferentes dispositivos móveis.

Relava, ainda, mencionar a importância da implementação de um sistema de dicas, de modo a facilitar o jogo de memória implementado. Devido às características do público-alvo em questão, estes poderão ter dificuldades em completar o jogo de memória em tempo útil,

ou seja, sem perderem interesse no jogo. Atualmente, caso o jogador se encontre na situação referida, a única maneira de combater este acontecimento é através da presença de uma terceira entidade capaz de ajudar o jogador. Através da implementação de um sistema de dicas, como que já foi mencionado neste relatório, a presença da referida terceira entidade já não seria necessária, pois o jogador seria capaz de obter informação que o ajudasse a encontrar os pares através do sistema de mensagens do jogo, por exemplo.

Por fim, cabe notar a importância da continuação do processo de desenvolvimento do jogo em questão, de modo que este incorpore, na sua completude, o procedimento pré-operatório, no caso concreto das cirurgias pediátricas. Este seguimento do desenvolvimento deve almejar, principalmente, aprimorar a preparação que o público-alvo adquire para as suas respetivas operações, de modo que estes estejam mais familiarizados com a globalidade do ambiente hospitalar, assim como os utensílios médicos utilizados o que, por consequência, vai potencialmente reduzir as emoções negativas que estes experienciam.

Bibliografia

- [1] S. Fernandes, P. Arriaga, and F. Esteves, “Using an Educational Multimedia Application to Prepare Children for Outpatient Surgeries,” *Health Commun.*, vol. 30, no. 12, pp. 1190–1200, 2015, doi: 10.1080/10410236.2014.896446.
- [2] M. J. Jung, J. S. Libaw, K. Ma, E. L. Whitlock, J. R. Feiner, and J. L. Sinskey, “Pediatric Distraction on Induction of Anesthesia With Virtual Reality and Perioperative Anxiolysis: A Randomized Controlled Trial,” *Anesth. Analg.*, vol. 132, no. 3, pp. 798–806, Mar. 2021, doi: 10.1213/ANE.0000000000005004.
- [3] J.-H. Ryu *et al.*, “Randomized clinical trial of immersive virtual reality tour of the operating theatre in children before anaesthesia,” *Br. J. Surg.*, vol. 104, no. 12, pp. 1628–1633, Nov. 2017, doi: 10.1002/bjs.10684.
- [4] E. C. L. de Meira, A. G. G. Duarte, T. de O. Melo, C. M. S. Cyrino, and A. de O. Florentino, “A necessidade da introdução do brinquedo terapêutico no perioperatório,” *Glob. Acad. Nurs. J.*, vol. 2, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2021, doi: 10.5935/2675-5602.20200081.
- [5] “Unity Real-Time Development Platform | 3D, 2D, VR & AR Engine,” Unity. Accessed: Mar. 11, 2024. [Online]. Available: <https://unity.com/>
- [6] “Manage Your Team’s Projects From Anywhere | Trello.” Accessed: Mar. 04, 2024. [Online]. Available: <https://trello.com/>
- [7] “Figma: The Collaborative Interface Design Tool,” Figma. Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.figma.com/>
- [8] “Getting Started | Vuforia Library.” Accessed: Apr. 01, 2024. [Online]. Available: <https://developer.vuforia.com/library/>
- [9] B. Foundation, “blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software,” blender.org. Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.blender.org/>
- [10] “Google Scholar.” Accessed: Mar. 11, 2024. [Online]. Available: https://scholar.google.com/?hl=en&as_sdt=0,5
- [11] L. Trumper, “5 Types of AR,” Circus. Accessed: Mar. 04, 2024. [Online]. Available: <https://circus360.uk/thinking/5-types-of-ar/>
- [12] “Types of AR – Digital Promise.” Accessed: Mar. 04, 2024. [Online]. Available: <https://digitalpromise.org/initiative/360-story-lab/360-production-guide/investigate/augmented-reality/getting-started-with-ar/types-of-ar/>
- [13] “What Is Extended Reality (XR)? — updated 2024,” The Interaction Design Foundation. Accessed: Mar. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/topics/extended-reality-xr>
- [14] “What is AR, VR, MR & Tango? | Lenovo UAE.” Accessed: Mar. 06, 2024. [Online]. Available: <https://www.lenovo.com/ae/en/faqs/pc-life-faqs/compare-vr-ar-mr/>
- [15] L. Tremosa, “Beyond AR vs. VR: What is the Difference between AR vs. MR vs. VR vs. XR?,” The Interaction Design Foundation. Accessed: Mar. 05, 2024. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/article/beyond-ar-vs-vr-what-is-the-difference-between-ar-vs-mr-vs-vr-vs-xr>
- [16] B. Marr, “The Important Difference Between Augmented Reality And Mixed Reality,” Bernard Marr. Accessed: Mar. 08, 2024. [Online]. Available: <https://bernardmarr.com/the-important-difference-between-augmented-reality-and-mixed-reality/>

- [17] C. Kirner and E. Zorzal, “Aplicações Educacionais em Ambientes Colaborativos com Realidade Aumentada,” pp. 13400–911.
- [18] D. Nincarean, M. Bilal Ali, N. Abd halim, and M. H. Abdul Rahman, “Mobile Augmented Reality: The Potential for Education,” presented at the Procedia - Social and Behavioral Sciences, May 2013. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.385.
- [19] Pusalabhuvansaikrishna, “Hardware for Augmented Reality 🧐,” Medium. Accessed: Mar. 08, 2024. [Online]. Available: <https://medium.com/@pusalabhuvansaikrishna/hardware-for-augmented-reality-7dc4db76f230>
- [20] “Best Augmented Reality Software: User Reviews from July 2024,” G2. Accessed: Mar. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.g2.com/categories/augmented-reality>
- [21] S.-B. Chen, H. Hu, Y.-S. Gao, H.-Y. He, D.-X. Jin, and C.-Q. Zhang, “Prevalence of Clinical Anxiety, Clinical Depression and Associated Risk Factors in Chinese Young and Middle-Aged Patients with Osteonecrosis of the Femoral Head,” *PLOS ONE*, vol. 10, no. 3, p. e0120234, Mar. 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0120234.
- [22] A. J. Davidson *et al.*, “Risk factors for anxiety at induction of anesthesia in children: a prospective cohort study,” *Pediatr. Anesth.*, vol. 16, no. 9, pp. 919–927, 2006, doi: 10.1111/j.1460-9592.2006.01904.x.
- [23] “Impacto da informação pré-anestésica sobre a ansiedade dos pais e das crianças,” Hospital Sabará. Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.hospitalinfantilsabara.org.br/pesquisa-e-inovacao/impacto-tipo-de-informacao-pre-anestesica-sobre-ansiedade-dos-pais-e-das-criancas/>
- [24] M. Alqudimat, G. Mesaroli, C. Lalloo, J. Stinson, and C. Matava, “State of the Art: Immersive Technologies for Perioperative Anxiety, Acute, and Chronic Pain Management in Pediatric Patients,” *Curr. Anesthesiol. Rep.*, vol. 11, no. 3, pp. 265–274, Sep. 2021, doi: 10.1007/s40140-021-00472-3.
- [25] S. Rodriguez, F. Munshey, and T. J. Caruso, “Augmented reality for intravenous access in an autistic child with difficult access,” *Pediatr. Anesth.*, vol. 28, no. 6, pp. 569–570, 2018, doi: 10.1111/pan.13395.
- [26] J. S. Libaw and J. L. Sinskey, “Use of Augmented Reality During Inhaled Induction of General Anesthesia in 3 Pediatric Patients: A Case Report,” *AA Pract.*, vol. 14, no. 7, p. e01219, May 2020, doi: 10.1213/XAA.0000000000001219.
- [27] T. J. Caruso *et al.*, “Using Augmented Reality to Reduce Fear and Promote Cooperation During Pediatric Otolaryngologic Procedures,” *The Laryngoscope*, vol. 131, no. 4, pp. E1342–E1344, 2021, doi: 10.1002/lary.29098.
- [28] J. C. Yuan, S. Rodriguez, and T. J. Caruso, “Unique considerations of virtual reality utilization for perioperative pediatric patients,” *Pediatr. Anesth.*, vol. 31, no. 3, pp. 377–378, 2021, doi: 10.1111/pan.14108.
- [29] “Current Opinion in Anesthesiology.” Accessed: Mar. 14, 2024. [Online]. Available: https://journals.lww.com/co-anesthesiology/abstract/2021/06000/virtual_reality_for_pediatric_periprocedural_care.14.aspx
- [30] C. Chamberland, M. Bransi, A. Boivin, S. Jacques, J. Gagnon, and S. Tremblay, “The effect of augmented reality on preoperative anxiety in children and adolescents: A randomized controlled trial,” *Pediatr. Anesth.*, vol. 34, no. 2, pp. 153–159, 2024, doi: 10.1111/pan.14793.
- [31] M. Setubal, “Equipe de anestesia cria aplicativo para pacientes,” Hospital Sabará. Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.hospitalinfantilsabara.org.br/equipe-de-anestesia-cria-aplicativo-para-pacientes/>

- [32] “Build new augmented reality experiences that seamlessly blend the digital and physical worlds | ARCore | Google for Developers.” Accessed: Mar. 10, 2024. [Online]. Available: <https://developers.google.com/ar>
- [33] “AR Foundation | AR Foundation | 6.0.2.” Accessed: Mar. 10, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.arfoundation@6.0/manual/index.html>
- [34] F. H. Avila, “Guia Completo sobre Pensos Emla | Atualizado julio 2024,” CLIREMA. Accessed: Jul. 08, 2024. [Online]. Available: <https://clirema.pt/blog/pensos-emla/>
- [35] “Learn game development with Unity | Courses & tutorials in game design, VR, AR, & Real-time 3D | Unity Learn.” Accessed: Mar. 12, 2024. [Online]. Available: <https://learn.unity.com/>
- [36] “Unity Asset Store - The Best Assets for Game Making.” Accessed: Mar. 26, 2024. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/>
- [37] U. Technologies, “Unity - Manual: Unity’s Package Manager.” Accessed: Apr. 09, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/Packages.html>
- [38] U. Technologies, “Unity - Manual: Particle System.” Accessed: May 27, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-ParticleSystem.html>
- [39] U. Technologies, “Unity - Manual: Audio Source.” Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-AudioSource.html>
- [40] Nick, “rioter00/UnityExamples.” Jun. 27, 2024. Accessed: Jun. 07, 2024. [Online]. Available: <https://github.com/rioter00/UnityExamples>
- [41] “Unity - Manual: Mecanim Animation System.” Accessed: Jun. 12, 2024. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/462/Documentation/Manual/MecanimAnimationSystem.html>
- [42] “DOTween (HOTween v2) | Animation Tools | Unity Asset Store.” Accessed: Jun. 11, 2024. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/animation/dotween-hotween-v2-27676>
- [43] “Principled BSDF - Blender 4.1 Manual.” Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/shader_nodes/shader/principled.html
- [44] “FBX — Blender Manual.” Accessed: May 06, 2024. [Online]. Available: https://docs.blender.org/manual/en/2.80/addons/io_scene_fbx.html
- [45] “Quirky Series - FREE Animals Pack | 3D Animals | Unity Asset Store.” Accessed: Apr. 15, 2024. [Online]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/animals/quirky-series-free-animals-pack-178235>
- [46] “CC0 SFX and Voices,” itch.io. Accessed: Jun. 04, 2024. [Online]. Available: <https://obsydianx.itch.io/interface-sfx-pack-1>
- [47] “Google Forms: Online Form Creator | Google Workspace.” Accessed: Jun. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.facebook.com/GoogleDocs/>
- [48] P. Bhandari, “What Is a Likert Scale? | Guide & Examples,” Scribbr. Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.scribbr.com/methodology/likert-scale/>
- [49] W. T, “Measuring and Interpreting System Usability Scale (SUS),” UIUX Trend. Accessed: Jul. 01, 2024. [Online]. Available: <https://uiuxtrend.com/measuring-system-usability-scale-sus/>
- [50] “Measuring Usability With The System Usability Scale (SUS).” Accessed: Jul. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.userfocus.co.uk/articles/measuring-usability-with-the-SUS.html>

Apêndices

Apêndice A

-> Start scene (Introdução do Buddy e da história)

- Bem-vindo, BraveHeart!
- O meu nome é Alfredo
- e preciso da tua ajuda!
- Houve uma tempestade!!\n O meu ninho voou...
- e não sei onde estão os meus 3 ovos.
- Preciso de ti para os encontrar.\n Achas que me consegues ajudar?
- Não te preocupes, vou acompanhar-te durante esta aventura.
- Para isso, precisamos de superar alguns desafios.
- Vamos a isso?

-> Memory game (Explicação do jogo de memória)

- Neste jogo temos de pôr a nossa memória a funcionar.
- Posiciona as 6 cartas viradas para baixo, à tua frente.
- A seguir, vamos ter de encontrar os animais debaixo das cartas.
- Para isso, tens de virar uma carta para cima e apontar a câmara para ela.
- Depois de encontrares um animal, vira outra carta para tentares encontrar o par.
- Para o par ser detetado, tens de ter os 2 animais iguais no ecrã.
- Se estiveres a ter dificuldade em detetar um animal, experimenta aproximar a câmara da carta.
- Atenção, não podes ter mais do que 2 cartas viradas para cima ao mesmo tempo!
- Quando encontrares um par podes tirar as duas cartas do jogo.
- Vou estar sempre aqui para te ajudar.
- Podes começar.\n Boa sorte!
- (1 ou nenhum animal está a ser detetado)
- Encontra os pares!
- (O jogador encontra um par)
- Encontraste um par - + 'nome_animal' (borboleta, Coala, Abelha)
- (Os dois animais não são pares)
- Não é um par!\nTenta outra vez!
- (Estão a ser detetados 3 marcadores)
- Mantém apenas duas cartas viradas para cima!
- (Completo o jogo de memória *Muda consoante o nível*)
- Encontraste a minha amiga, a Borboleta Aurora!\n E ela quer brincar contigo!
- Encontraste o meu amigo, o Coala Kiko!\n E ele quer brincar contigo!
- Encontraste a minha amiga, a Abelha Mel!\n E ela quer brincar contigo!

-> Mini-game 1 (Explicação do procedimento - Aplicação da pomada e do penso)

- Olá! Sou a borboleta Aurora, amiga do Alfredo.
- Vou-te explicar o que é que te vai acontecer.
- Os enfermeiros vão aplicar uma pomada na tua mão.
- Vais sentir uma sensação parecida a um toque meu.
- A pomada vai fazer com que não sintas dor.
- Depois, vão colocar um penso para ter a certeza que a pomada fica no sítio.

- Vamos começar! Agora o enfermeiro és tu!
- Arrasta a pomada para a mão.
- Boa! Agora, vamos abrir o penso. Clica nele!
- Muito bem! Para aplicar o penso, arrasta-o para cima da pomada!
- Boa! completaste o jogo!\n Vamos procurar o ovo!

-> Mini-game 2 (Explicação do procedimento - Aplicação do garrote)

- Olá! Sou a coala Kiko, amigo do Alfredo.
- No jogo anterior aprendeste para que servem o penso e a pomada.
- Agora, vou-te explicar para que serve o garrote.
- O garrote dá abraços, assim como eu.
- Os enfermeiros vão colocar um garrote no teu braço e vais sentir um grande abraço.
- Isto ajuda-os a encontrar as tuas veias.
- Antes disso, é preciso retirar o penso e limpar a pomada.
- Vamos começar! Agora o enfermeiro és tu!
- Carrega no penso para o retirar.
- Boa! Vamos desinfetar o local. Clica no desinfetante!
- Muito bem! Agora vamos limpar o local. Arrasta o pano para lá!
- Boa! Vamos agora aplicar o garrote. Arrasta-o para o início do antebraço!
- Muito bem! Agora clica no garrote até ficar apertado!
- Boa! completaste o jogo!\n Vamos procurar o ovo!

-> Mini-game 3 (Explicação procedimento - Aplicação do cateter)

- Olá! Sou a abelha Mel, amiga do Alfredo.
- No jogo anterior aprendeste para que serve o garrote.
- Agora eu vou-te explicar para que serve o cateter.
- O cateter é posto na tua mão pelos enfermeiros.
- E é através dele que vais receber a medicação.
- Ao colocarem o cateter, vais sentir uma pequena pica, parecida a um beijinho meu.
- Depois de estar na tua mão, é preciso colocar um adesivo para ter a certeza que ele não foge.
- Pode ser preciso colocar uma tala para garantir que fica tudo seguro.
- Antes de começar é preciso, ainda, desinfetar a tua mão.
- Vamos começar! Agora o enfermeiro és tu!
- Clica no desinfetante para desinfetar a mão.
- Muito bem! Agora vamos limpar o local. Arrasta o pano para lá!
- Boa! Agora vamos aplicar o cateter. Arrasta-o para a mão!
- Muito bem! Agora vamos aplicar o obturador. Arrasta-o para o local correto!
- Boa! Vamos agora aplicar o adesivo. Arrasta-o para o cateter!
- Muito bem! Vamos agora colocar a tala. Arrasta-a para o braço!
- Boa! completaste o jogo!\n Vamos procurar o ovo!

-> Recompensar o jogador (Explicação de como procurar os ovos)

- Um dos ovos deve estar por aqui.\n Ajuda-me a encontrá-lo!
- Usa a câmara para encontrares os arbustos.
- Quando encontrares um, carrega nele para procurares o ovo.
- (Ao carregar no arbusto errado)
- Parece que não está nesse arbusto!\n Tenta outro.
- (Ao carregar no arbusto certo)
- Boa, encontraste o ovo, obrigado!\n Carrega nele para o apanhares!

- > End Scene
- Boa BraveHeart!
- Conseguiu encontrar todos os meus ovos!\nObrigado!
- Se quiseres voltar a jogar, clica no botão.

Apêndice B

<https://www.figma.com/design/iQKHofr0bl8pTNmsP6CrVp/BraveHearts-AR?node-id=0-1&t=A02xqE0CEZLuLN9n-1>

Apêndice C

BraveHearts AR - Questionário Demográfico

Caro participante,

Este questionário está relacionado com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada no desenvolvimento de um jogo interativo com o intuito de reduzir emoções negativas em crianças que irão ser sujeitas a uma intervenção cirúrgica.

Garantimos o anonimato das suas respostas. Estas serão apenas utilizadas para fins estatísticos deste estudo. Prevemos que 3 minutos sejam suficientes para responder a este questionário.

Para este estudo é essencial que responda a todas as questões da forma mais honesta possível.

A sua colaboração é fundamental e estamos-lhe, por isso, muito gratos pela sua participação!

[Inicie sessão no Google](#) para guardar o seu progresso. [Saiba mais](#)

*** Indica uma pergunta obrigatória**

1. Qual é a sua idade? *

A sua resposta

2. Qual é o seu género? *

☐ Masculino

☐ Feminino

☐ Outros

☐ Prefiro não dizer

3. Apresenta alguma limitação física ou psicológica?

A sua resposta

Anexos

Anexo A

ACSS Administração Central do Sistema de Saúde, IP		Manual de Normas de Enfermagem
Norma 2.1.2 – Cateterização de veia periférica		Cap. 2 / Sub-cap. 2.1
Aprovada em:		A rever em:
Director de enfermagem:		
I – DEFINIÇÃO Consiste nas acções a desenvolver durante a introdução de um cateter numa veia periférica		
II – OBJECTIVO ♦ Assegurar o acesso ao sistema venoso com fins terapêuticos e/ou diagnósticos		
III – INFORMAÇÕES GERAIS A – Quem executa ♦ O Enfermeiro B – Frequência ♦ De acordo com prescrição do enfermeiro/médico, protocolo do serviço em vigor e necessidades do cliente C – Orientações quanto à execução ♦ Consultar o processo clínico para individualizar, diagnosticar, planear os cuidados e avaliar resultados ♦ Verificar as condições ambientais da unidade: temperatura, ventilação e iluminação ♦ Atender à privacidade do cliente ♦ Assegurar técnica asséptica na cateterização , na manipulação do cateter , do sistema e do local de inserção ♦ Evitar a utilização de algodão, devido ao risco de inserção de partículas no acto da punção ♦ Cateterizar preferencialmente nos locais de eleição para administração de terapêutica intravenosa: dorso das mãos, antebraços e fossa antecubital ♦ Cateterizar a zona mais distal do membro, para preservar o vaso, evitando as zonas de flexão ♦ Cateterizar , se possível, no membro não dominante do cliente ♦ Cateterizar sempre o membro oposto ao do acesso vascular, no cliente com fístula arteriovenosa ou prótese vascular para hemodialis		

25

Anexo B

SUS - A quick and dirty usability scale

John Brooke

Redhatch Consulting Ltd.,
12 Beaconsfield Way,
Earley, READING RG6 2UX
United Kingdom

email: john.brooke@redhatch.co.uk

Abstract

Usability does not exist in any absolute sense; it can only be defined with reference to particular contexts. This, in turn, means that there are no absolute measures of usability, since, if the usability of an artefact is defined by the context in which that artefact is used, measures of usability must of necessity be defined by that context too. Despite this, there is a need for broad general measures which can be used to compare usability across a range of contexts. In addition, there is a need for "quick and dirty" methods to allow low cost assessments of usability in industrial systems evaluation. This chapter describes the System Usability Scale (SUS) a reliable, low-cost usability scale that can be used for global assessments of systems usability.

Usability and context

Usability is not a quality that exists in any real or absolute sense. Perhaps it can be best summed up as being a general quality of the **appropriateness to a purpose** of any particular artefact. This notion is neatly summed up by Terry Pratchett in his novel "Moving Pictures":

" 'Well, at least he keeps himself fit,' said the Arch chancellor nastily. 'Not like the rest of you fellows. I went into the Uncommon Room this morning and it was full of chaps snoring!'
'That would be the senior masters, Master,' said the Bursar. 'I would say they are supremely fit, myself.'
'Fit? The Dean looks like a man who's swallowed a bed!'
'Ah, but Master,' said the Bursar, smiling indulgently, 'the word "fit", as I understand it, means "appropriate to a purpose", and I would say that the body of the Dean is supremely appropriate to the purpose of sitting around all day and eating big heavy meals.' The Dean permitted himself a little smile. " (Pratchett, 1990)

In just the same way, the usability of any tool or system has to be viewed in terms of the context in which it is used, and its appropriateness to that context. With particular reference to information systems, this view of usability is reflected in the current draft international standard ISO 9241-11 and in the European Community ESPRIT project MUSiC (Measuring Usability of Systems in Context) (e.g., Bevan, Kirakowski and Maissel, 1991). In general, it is impossible to specify the usability of a system (i.e., its fitness for purpose) without first defining who are the intended users of the system, the tasks those users will perform with it, and the characteristics of the physical, organisational and social environment in which it will be used.

Anexo C

BraveHearts AR - Questionário SUS

Caro participante,

Este questionário está relacionado com a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada no desenvolvimento de um jogo interativo com o intuito de reduzir emoções negativas em crianças que irão ser sujeitas a uma intervenção cirúrgica.

Garantimos o anonimato das suas respostas. Estas serão apenas utilizadas para fins estatísticos deste estudo. Prevemos que 3 minutos sejam suficientes para responder a este questionário.

Para este estudo é essencial que responda a todas as questões da forma mais honesta possível.

A sua colaboração é fundamental e estamos-lhe, por isso, muito gratos pela sua participação!

[Inicie sessão no Google](#) para guardar o seu progresso. [Saiba mais](#)

*** Indica uma pergunta obrigatória**

1. Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

2. Considerei o produto mais complexo do que o necessário *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

Anexo D

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Procedia Computer Science 67 (2015) 293 – 300

Procedia
 Computer Science

6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing
 Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI 2015)

European Portuguese validation of the System Usability Scale (SUS)

Ana Isabel Martins^{a,*}, Ana Filipa Rosa^a, Alexandra Queirós^{a,b}, Anabela Silva^{b,c},
 Nelson Pacheco Rocha^{a,d}

^a *Institute of Electronics and Telematics Engineering of Aveiro (IEETA), Campus Universitário, 3810 Aveiro, Portugal*

^b *Health Sciences School, University of Aveiro (ESSUA), Campus Universitário, 3810 Aveiro, Portugal*

^c *Center for Health and Technology Research (CINTESIS) University of Aveiro, Campus Universitário, 3810 Aveiro, Portugal*

^d *Health Sciences Department, University of Aveiro (SACS), Campus Universitário, 3810 Aveiro, Portugal*

Abstract

The System Usability Scale (SUS) is a widely used self-administered instrument for the evaluation of usability of a wide range of products and user interfaces. The principal value of the SUS is that it provides a single reference score for participants' view of the usability of a product or service. This paper presents the translation, cultural adaptation and a contribution to the validation of the European Portuguese version of SUS. The conducted work comprised two phases, the scale translation, and the scale validation. The first phase resulted in a European Portuguese version equivalent to the original in terms of semantic and content. The second phase involved the assessment of the validity and reliability of the scale. The instrument has construct validity as it presents a high and significant correlation with other two usability metrics, the Post-Study System Usability Questionnaire (PSSUQ) ($r = 0.70$) and a general usability question ($r = 0.48$). The reliability results show less than satisfactory ICC values (ICC = 0.36), however the percentage of agreement is satisfactory (76.67%). Further studies are needed to investigate the reliability of the Portuguese version.

© 2015 The Authors. Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Peer-review under responsibility of organizing committee of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Infoexclusion (DSAI 2015)

Keywords: System Usability Scale; European Portuguese validation; usability evaluation; user tests

1. Introduction

Usability assessment is an important part of the overall design and development of a product or service, which consists of iterative cycles of prototyping, design and validation [1]. Ideally, the usability evaluation must be present at all stages of the design and development process, and must be iterative in order to allow a continuous improvement of the results.

* Corresponding author. Tel.: +351 234 370 500; fax: +351 234 370 545.

E-mail address: anaismartins@gmail.com

Glossário

Brainstorming

Partilha de ideias espontâneas que visam encontrar uma solução para um dado problema.

Cybersickness

Também conhecido como *motion sickness*, em português, enjoo de movimento, refere-se ao mal-estar que ocorre devido a uma experiência de realidade virtual. Os sintomas incluem tonturas, náuseas, dor de cabeça e desorientação.

Gamification

Utilização de jogos, nomeadamente jogos de vídeo, em outros campos de atividade.

Industry standard

Em português, padrão da indústria, é um conjunto de critérios, diretrizes ou especificações aceites por consenso e utilizadas como referência dentro de uma indústria específica.

Insights

Refere compreensões profundas, percepções ou entendimentos que proporcionam uma visão mais clara sobre um determinado assunto ou situação.