

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**



**Utilização da Realidade Aumentada na Prevenção de  
Melanoma: uma abordagem baseada na ludificação.**

**Pedro André Monteiro Tavares**

DISSERTAÇÃO - VERSÃO FINAL

Trabalho realizado no âmbito do  
Mestrado Integrado em Bioengenharia - Ramo de Engenharia Biomédica

Orientador: Nuno Miguel Gonçalves Mendes Ribeiro

Co-orientador: António Fernando Vasconcelos Cunha Castro Coelho

21 de junho de 2021



# **Utilização da Realidade Aumentada na Prevenção de Melanoma: uma abordagem baseada na ludificação.**

Pedro André Monteiro Tavares

Mestrado Integrado em Bioengenharia - Ramo de Engenharia Biomédica

21 de junho de 2021



## Resumo

O melanoma é o mais mortal de todos os cânceros de pele. No entanto, tem uma elevada taxa de sobrevivência quando é detetado precocemente. A melhor forma de prevenção secundária é o autoexame da pele, usando o método ABCDE. Tendo em conta que a população, de forma generalizada, não sabe a importância do autoexame, nem como o realizar, o principal objetivo deste trabalho é sensibilizar para a importância do autoexame e ensinar, através de um jogo sério com recurso à realidade aumentada, a melhor forma de o realizar. A realidade aumentada é usada em diversas aplicações na área da saúde e do ensino, tal como a que este trabalho propõe.

Este trabalho foi desenvolvido recorrendo a um processo iterativo composto por dois ciclos de desenvolvimento e teste de protótipos do jogo.

Os testes realizados com o primeiro protótipo permitiram perceber que o conceito do jogo era inovador e tinha potencial. Contudo, a utilização de sinais em realidade aumentada na pele dos utilizadores gerou algum desconforto em vários participantes. Os resultados obtidos neste primeiro teste permitiram identificar problemas de usabilidade e aspetos a melhorar no jogo.

A resolução destes problemas foi incorporada no desenvolvimento de um novo protótipo. Os resultados dos testes de usabilidade realizados com o novo protótipo foram muito positivos, mostrando que o jogo é fácil de jogar e que não requer um período longo de aprendizagem. A utilização da realidade aumentada para projetar sinais na pele do utilizador foi considerada como algo positivo, tendo gerado na maioria dos participantes sensações positivas. A avaliação do jogo recorrendo à métrica MARS permitiu perceber que a aplicação tem uma qualidade superior ou comparável a muitas aplicações publicadas na área da saúde, evidenciando a qualidade do protótipo desenvolvido. Os resultados também indicam que o jogo desenvolvido promove a realização do autoexame da pele.

Este trabalho fornece argumentos a favor do potencial da utilização da realidade aumentada num jogo sério na promoção da prevenção secundária do melanoma.



# Abstract

Melanoma is the deadliest of all skin cancers. However, it has a high survival rate when it is detected early. The best way of secondary prevention is self-examination of the skin, using the ABCDE method. Given that the population, in a generalized way, does not know the importance of self-examination, nor how to perform it, the main objective of this work is to raise awareness of the importance of self-examination and teach, through a serious game with the use of augmented reality. Augmented reality is used in several applications in health and education, such as the one this paper proposes.

This work was developed using an iterative process composed of two cycles of development and testing of prototypes of the game.

The tests carried out with the first prototype allowed us to realize that the concept of the game was innovative and had potential. However, the use of spots in augmented reality on the skin of users generated some discomfort in several participants. The results obtained in this first test allowed to identify usability problems and aspects to improve in the game.

The resolution of these problems has been incorporated into the development of a new prototype. The results of the usability tests performed with the new prototype were very positive, showing that the game is easy to play and that it does not require a long period of learning. The use of augmented reality to project spots on the user's skin was considered as something positive, having generated positive sensations in most participants. The evaluation of the game using the MARS metric allowed us to realize that the application has a higher quality or comparable to many applications published in the health area, evidencing the quality of the prototype developed. The results also indicate that the developed game promotes the performance of skin self-examination.

This paper provides arguments in favor of the potential use of augmented reality in a serious game in the promotion of secondary melanoma prevention.





# Índice

Resumo.....	i
Abstract.....	iii
Índice.....	v
Lista de figuras.....	vii
Lista de tabelas.....	ix
Abreviaturas e Símbolos.....	xi
<b>Capítulo 1 - Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Contexto.....	1
1.2 O Cancro de Pele.....	2
1.3 Motivação.....	7
1.4 Objetivos.....	8
1.5 Estrutura da Dissertação.....	8
1.6 Conclusões.....	9
<b>Capítulo 2 - Estado de Arte.....</b>	<b>10</b>
2.1 Realidade Aumentada.....	10
2.2 Frameworks.....	12
2.3 Conclusões.....	17
<b>Capítulo 3 - Trabalho Preliminar.....</b>	<b>18</b>
3.1 Protótipo 0.....	18
3.2 Testes de Usabilidade.....	20
3.3 Conclusões.....	24
<b>Capítulo 4 - Protótipo SPOT.....</b>	<b>26</b>
4.1 Linha de Aprendizagem.....	26
4.2 Linha da Narrativa.....	27
4.3 Linha da Jogabilidade.....	28
4.4 Linha da Experiência do Utilizador.....	31

4.5	Linha da Tecnologia .....	32
<b>Capítulo 5 - Implementação</b>	.....	<b>34</b>
5.1	Recolha de Imagens Dermatoscópicas.....	34
5.2	Implementação do jogo .....	37
<b>Capítulo 6 - Avaliação do Protótipo</b>	.....	<b>43</b>
6.1	Testes de Usabilidade .....	43
6.2	Conclusões .....	51
<b>Capítulo 7 - Conclusões e Trabalho Futuro</b>	.....	<b>52</b>
7.1	Conclusões .....	52
7.2	Trabalho Futuro .....	53
<b>Referências</b>	.....	<b>54</b>
<b>Anexos</b>	.....	<b>65</b>

## Lista de figuras

Figura 1.1 - Representação esquemática da pele (retirado de [5]) .....	3
Figura 1.2 - Cancro de pele: a) Carcinoma basocelular, b) Carcinoma espinocelular, c) Melanoma (retirado de [5]) .....	4
Figura 1.3 - Taxa relativa de 5 anos de sobrevivência, dados por estadiamento para ambos os sexos, todas as idades e raças de 2010 a 2016 (retirado de [10]) .....	5
Figura 1.4 - 10 cancros mais comuns em Portugal, em ambos os sexos, com idades dos 20 aos 39 anos (retirado de [11]) .....	6
Figura 1.5 - Ilustração do Método ABCDE (retirado de [25]) .....	7
Figura 2.1 - Contínuo de Virtualidade (retirado de [29]) .....	11
Figura 2.2 - DPE <i>framework</i> (retirado de [39]) .....	13
Figura 2.3 - Exemplo da aplicação <i>seeUV</i> (retirado de [49]).....	15
Figura 2.4 - Exemplo da aplicação <i>miiskin</i> (retirado de [50]).....	15
Figura 2.5 - Exemplo da aplicação <i>SkinVision</i> (retirado de [51]).....	16
Figura 2.6 - Exemplo da aplicação <i>SMARTSKINS</i> (retirado de [52]) .....	16
Figura 2.7 - Exemplo da aplicação <i>INKHUNTER</i> (retirado de [54]) .....	17
Figura 3.1 - <i>Interface</i> do Protótipo 0.....	19
Figura 3.2 - Panfleto Informativo da Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo relativo ao método ABCDE (retirado de [21]) .....	20
Figura 3.3 - Resultados verificados durante as Tarefas.....	22
Figura 3.4 - Resultados de Perguntas Diretas pós-Tarefas .....	23
Figura 3.5 - Resultados de Perguntas Diretas pós-Tarefas .....	23
Figura 3.6 - Críticas e sugestões de melhoramento .....	24
Figura 4.1 - Diagrama da Taxonomia de Bloom (retirado de [56]) .....	27
Figura 4.2 - Exemplo de <i>mockups</i> do tutorial do protótipo .....	28

Figura 4.3 - <i>Mockups</i> iniciais da mecânica dos jogos dos critérios individuais A, B, C e D	.29
Figura 4.4 - <i>Mockup</i> inicial da mecânica do jogo da evolução	.....29
Figura 4.5 - <i>Mockup</i> inicial da mecânica do jogo dos critérios ABCD	.....30
Figura 4.6 - Exemplo de <i>mockups</i> da mecânica do jogo do protótipo	.....31
Figura 4.7 - Exemplo de <i>mockups</i> da interface do protótipo	.....32
Figura 4.8 - Esquema representativo da tecnologia usada na implementação do protótipo	.....33
Figura 5.1 - Exemplo do processo de seleção e classificação de imagens dermatoscópicas implementado	.....36
Figura 5.2 - Módulos usados no projeto <i>Unity - Package Manager</i>	.....38
Figura 5.3 - Mudança de plataforma de desenvolvimento - <i>Build Settings</i>	.....38
Figura 5.4 - Seleção de parâmetros essenciais ao funcionamento da realidade aumentada em <i>Unity - Project Settings</i>	.....39
Figura 5.5 - Adição da câmara de RA no <i>ARManoMotionManager</i>	.....40
Figura 5.6 - Listagem de objetos do projeto Unity	.....40
Figura 6.1 - Resultados sobre a usabilidade do protótipo	.....47
Figura 6.2 - Sensações descritas após uso da realidade aumentada	.....47
Figura A.7.1 - <i>QR Code</i> para o link: <a href="https://drive.google.com/drive/folders/1rJOt6fbujHDzzjkyfe1c7wsc_sEaMIOM?usp=sharing">https://drive.google.com/drive/folders/1rJOt6fbujHDzzjkyfe1c7wsc_sEaMIOM?usp=sharing</a>	.....80

## Lista de tabelas

Tabela 1.1 - Número estimado de novos casos de Cancro de Pele em 2020, para ambos os sexos e todas as idades (retirado de [11]) .....	5
Tabela 3.1 - Resultados das Perguntas Preliminares .....	21
Tabela 6.1 - Caracterização geral da população de estudo .....	46
Tabela 6.2 - Comparação dos resultados da métrica MARS .....	48
Tabela 6.3 - Resultados do método ANOVA de factor único aplicado à métrica de autoeficácia ( $p < 0,001$ ) .....	50
Tabela 6.4 - Resultados do método ANOVA de factor único aplicado à probabilidade de realização do autoexame da pele no mês seguinte ( $p = 0,016$ ) .....	51



## Abreviaturas e Símbolos

API	Interface de programação de aplicações ( <i>Application programming interface</i> )
CPNM	Cancro(s) de Pele Não-Melanoma
DPE	<i>Design, Play, and Experience</i>
IDE	Ambiente de desenvolvimento integrado ( <i>Integrated development environment</i> )
ISIC	<i>The International Skin Imaging Collaboration</i>
MARS	<i>Mobile App Rating Scale</i>
MDA	<i>Mechanics, Dynamics, and Aesthetics</i>
RA	Realidade Aumentada
SDK	<i>Kit de desenvolvimento de software (Software development kit)</i>





# Capítulo 1

## Introdução

Nesta dissertação é proposto o desenvolvimento de um jogo sério baseado em realidade aumentada relativo à prevenção secundária do melanoma. Este trabalho é iterativo e exploratório, tendo partido de uma ideia base que pressupunha o uso de realidade aumentada para detetar a mão dos utilizadores e projetar um sinal na pele. Esta é a mecânica por detrás de todos os jogos desenvolvidos. Ao longo desta dissertação será mais aprofundado este conceito.

Neste capítulo é contextualizado o problema principal e a sua influência na motivação e na definição dos objetivos do trabalho, ou seja, será contextualizado o melanoma, mais especificamente numa perspetiva portuguesa e ainda definido o problema relativo à desinformação da população quanto à temática.

### 1.1 Contexto

Este trabalho, inserido num projeto da Unidade de Prevenção de Cancro do Ipatimup, tem como principal objetivo a redução do impacto do cancro, baseando a sua estratégia na promoção da prevenção primária (redução dos fatores de risco) e na prevenção secundária (deteção precoce) [1]. Da mesma forma, esta dissertação tem como propósito o desenvolvimento de uma aplicação para promover a prevenção secundária do melanoma, pretendendo-se informar a população do melhor método de deteção precoce e ainda sensibilizar à realização do mesmo.

O desenvolvimento desta aplicação contará com o trabalho complementar de programação da aplicação, proporcionado pelo autor desta dissertação, e também com o trabalho de design gráfico, desenvolvido por Catarina Ferreira, no âmbito da sua dissertação no Mestrado em Multimédia. Apesar de ambos trabalharem para um fim comum, os temas das dissertações serão diferentes, sendo que esta dissertação procura reconhecer o potencial da realidade aumentada

(RA) na sensibilização para a realização do autoexame da pele, enquanto a dissertação da Catarina Ferreira visa procurar o potencial e impacto da ludificação na mudança comportamental dos utilizadores.

## 1.2 O Cancro de Pele

Para melhor se perceber as diferentes neoplasias da pele, começa-se por introduzir a anatomia da pele. Daqui, será explicada a relevância do melanoma em relação aos restantes cancros, assim como o problema que o melanoma representa.

### 1.2.1. Anatomia da Pele

A pele é o maior órgão do corpo humano, perfazendo cerca de 15% do peso total de um adulto [2], [3]. Esta é responsável por mecanismos de termorregulação, prevenção da perda de água corporal e ainda pela proteção dos órgãos internos contra agressões externas físicas, químicas ou biológicas [2]-[4]. A pele é composta por três camadas: a epiderme, a derme e a hipoderme [2]-[4] (Figura 1.1).

A epiderme é a camada mais externa da pele, apresentando uma constante renovação de células [2]-[5]. As células mais comuns são os queratinócitos, sendo que a população queratocítica está dividida em quatro camadas: a camada basal, a camada espinhosa, a camada granulosa e a camada córnea [2]-[5]. É na camada basal que ocorre a atividade mitótica destas células, havendo diferenciação ao longo das várias camadas superiores [2]-[5]. Existe uma crescente produção de queratina, no citoplasma dos queratinócitos, acompanhada da diferenciação destas células [2]-[5]. Intercaladas nos queratinócitos existem outro tipo de células, como os melanócitos, células de Merkel e células de Langerhans [2]-[5]. Os melanócitos são células dendríticas de origem ectodérmica e são responsáveis pela síntese de melanina [2]-[5]. Situam-se na camada basal e têm dendritos que se estendem por várias camadas superiores, transferindo melanina para os queratinócitos que contactam [2]-[4]. As células de Merkel estão em contacto com as fibras nervosas da derme, existindo em maior concentração em zonas como as extremidades distais dos dedos, lábios, gengivas e bainha externa dos folículos pilosos [2]-[4]. A elevada concentração destas células resulta numa capacidade de sensação tátil superior [2]-[5]. As células de Langerhans são células dendríticas originadas na medula óssea, situando-se na camada espinhosa [2]-[5]. A sua principal função é apresentar antigénios aos linfócitos T [2]-[4].

Na junção dermoepidérmica existe uma membrana basal, na qual repousam as células da camada basal da epiderme [2]-[5]. Esta membrana tem como funções garantir a adesão da epiderme à derme, estabelecer polarização celular e direção de crescimento e ainda funcionar como uma barreira semipermeável entre camadas [2], [3], [5].

A camada intermédia, a derme, é composta por um denso sistema fibroelástico de tecido conjuntivo que acomoda uma rede vascular e nervosa [2]-[5]. Esta está dividida em duas camadas: a derme papilar e a derme reticular [2]-[5]. A derme papilar é a camada mais superior, altamente vascularizada e formada por tecido conjuntivo propriamente dito laxo não ordenado [2]-[5]. A derme reticular compõe a maior parte da derme e é formada por tecido conjuntivo propriamente dito denso não ordenado [2]-[5]. Os principais componentes da derme incluem o colagénio, que confere resistência, a elastina, que confere elasticidade à pele, e ainda proteoglicanos, que constituem o componente amorfo [2]-[5].

A hipoderme, também conhecida como tecido subcutâneo, é a camada mais profunda da pele [2]-[5]. É composta por adipócitos que estão separados por septos fibrosos de colagénio e ainda por vasos sanguíneos, vasos linfáticos e nervos [2]-[5]. Esta camada é capaz de absorver choques mecânicos exteriores e tem também a função de isolamento térmico [2], [3], [5].

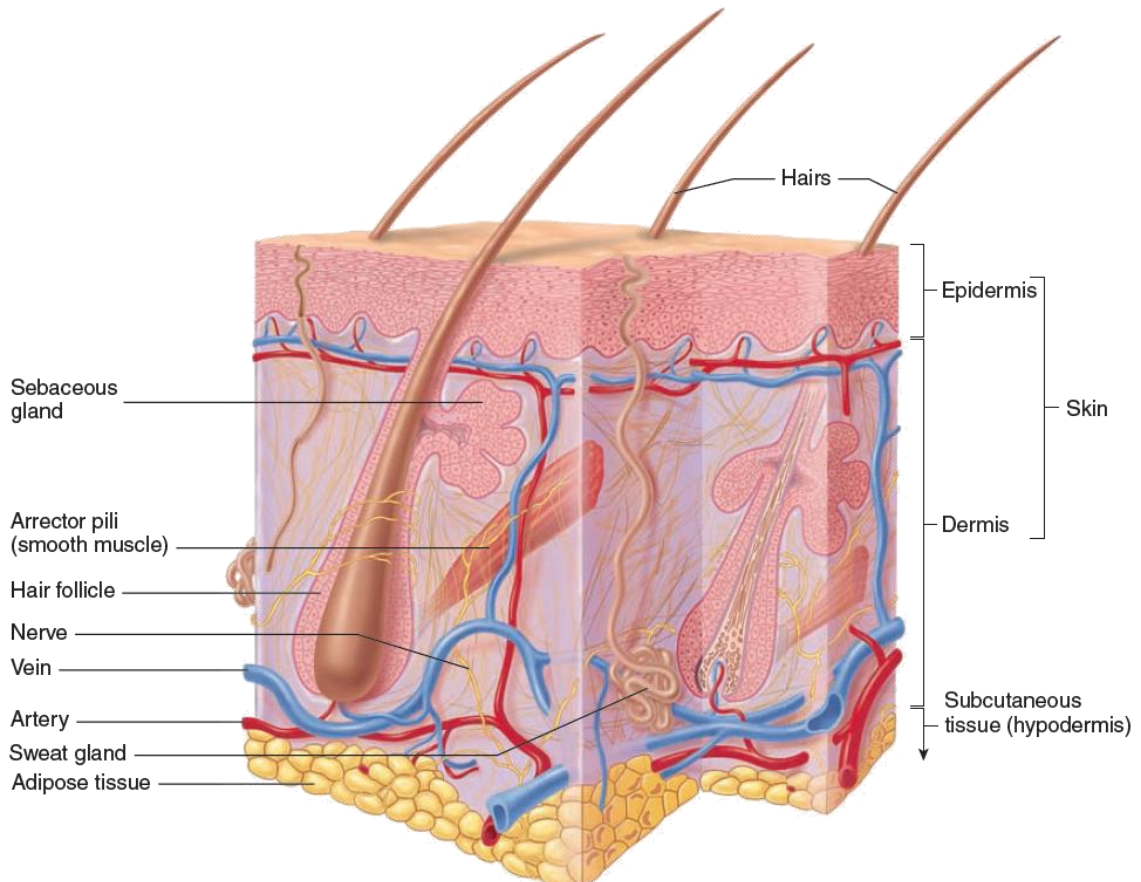


Figura 1.1 - Representação esquemática da pele (retirado de [5])

### 1.2.2. Neoplasias da Pele

As neoplasias da pele podem ser originadas a partir de queratinócitos (tumor queratinocítico), que poderão ser carcinomas basocelulares ou carcinomas espinocelulares, e a partir de melanócitos (tumor melanocítico), denominados melanomas [5]-[7] (Figura 1.2).

Dentro dos câncros de pele não-melanoma (CPNM), o carcinoma basocelular é o mais incidente, mas a taxa de mortalidade é muito baixa, assim como o potencial para metástases. O carcinoma espinocelular é o segundo cancro de pele mais incidente, com maior incidência em pessoas com idade superior a 60 anos. A sua mortalidade é superior à do carcinoma basocelular, assim como o potencial de metástases [5]-[8].



Figura 1.2 - Cancro de pele: a) Carcinoma basocelular, b) Carcinoma espinocelular, c) Melanoma (retirado de [5])

O melanoma é o cancro de pele menos incidente, embora a sua incidência tenha vindo a aumentar ao longo dos anos [7], [8]. Este é também conhecido por ser a forma mais séria de cancro de pele, uma vez que é a que tem uma maior mortalidade [5], [7], [8]. No entanto, a taxa de sobrevivência depende diretamente do estadiamento de desenvolvimento do melanoma [5], [7], [9]. De acordo com a base de dados SEER (*Surveillance, Epidemiology, and End Results*) [10], do *National Cancer Institute (USA)*, o estadiamento do melanoma está dividido em [9]:

- localizado (não há sinal de que o carcinoma se tenha espalhado para além da pele onde começou);
- regional (o carcinoma espalhou-se para além da pele onde começou até estruturas próximas ou nódulos linfáticos);
- distante (o carcinoma espalhou-se para partes distantes da pele onde começou, como pulmões, fígado, ou pele de outras partes do corpo).

A probabilidade relativa de sobrevivência de 5 anos chega a ser 99% para casos localizados, mas reduz drasticamente com o avanço da doença, tal como se pode verificar na Figura 1.3 [7], [9], [10].

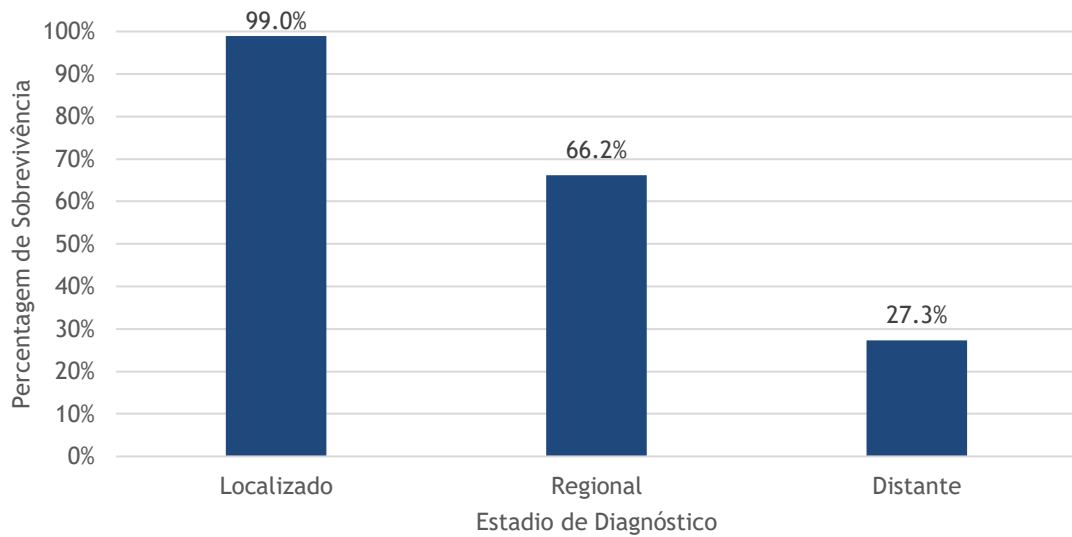


Figura 1.3 - Taxa relativa de 5 anos de sobrevivência, dados por estadiamento para ambos os sexos, todas as idades e raças de 2010 a 2016 (retirado de [10])

### 1.2.3. Melanoma no Mundo e em Portugal

O melanoma não é o tipo de cancro de pele mais incidente, mas é responsável pela maioria das mortes (Tabela 1.1). Dentro dos cancros de pele em todo o Mundo, o melanoma apresenta uma incidência de cerca de 324635 novos casos por ano, mas a sua mortalidade é bastante mais representativa da severidade deste carcinoma, sendo responsável por cerca de 57 043 mortes por ano (dados de 2020 para ambos os sexos e para todas as idades) [11].

Em Portugal verifica-se que a incidência do melanoma é de 1071 novos casos, e a mortalidade é de 289 mortes (dados de 2020 para ambos os sexos e para todas as idades) [11].

Tabela 1.1 - Número estimado de novos casos de Cancro de Pele em 2020, para ambos os sexos e todas as idades (retirado de [11])

Cancro da Pele		Melanoma	CPNM	Total
Mundo	Incidência	324635	1198073	1522708
	Mortalidade	57043	63731	120774
Portugal	Incidência	1071	2725	3796
	Mortalidade	289	217	506

Estes dados aparentam uma maior representatividade desta doença na população portuguesa. Se observarmos a incidência na população portuguesa com idades entre os 20 e os 39 anos, em 2020, é possível verificar que o melanoma é o sexto cancro mais incidente [11], tal como se pode verificar na Figura 1.4.

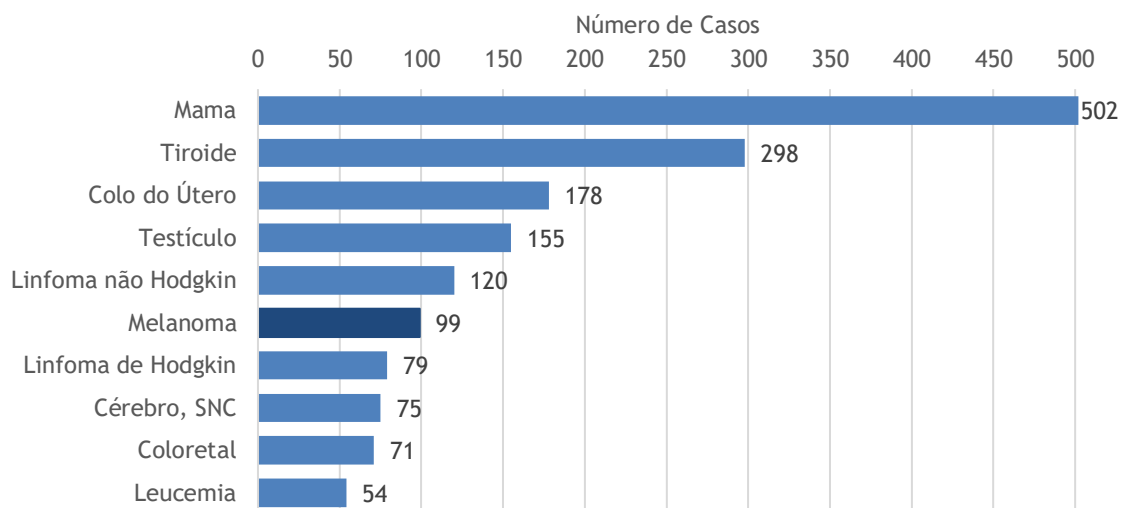


Figura 1.4 - 10 cancros mais comuns em Portugal, em ambos os sexos, com idades dos 20 aos 39 anos (retirado de [11])

#### 1.2.4. Prevenção

As prevenções primária e secundária continuam a ser as mais importantes no controlo do cancro de pele na população [5], [12], [13]. A prevenção primária refere-se a estratégias comportamentais que pretendem evitar o aparecimento do cancro de pele, como por exemplo, o uso correto de protetor solar ou cobrir a pele com roupa aquando de qualquer exposição solar, e ainda evitar a exposição solar nas horas de maior intensidade da radiação ultravioleta [12], [13]. Por outro lado, a prevenção secundária refere-se a estratégias comportamentais que contribuem para a deteção precoce do cancro de pele, de modo a proporcionar um diagnóstico mais rápido e um tratamento mais eficaz, contribuindo para a sobrevivência do doente [13]. Do ponto de vista individual, o autoexame da pele é a melhor forma de contribuir para a deteção precoce de cancros da pele [5], [13]-[20]. O método sugerido pela Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo, apoiado pela Direção-Geral da Saúde, é o método do ABCDE [21]. Este método pretende distinguir nevos normais de melanoma através da observação dos vários sinais do corpo, verificando características como a assimetria (A), o bordo (B), a cor (C), a dimensão (D) e a evolução (E) (Figura 1.5). A identificação da presença de dois ou mais critérios do método ABCDE são o suficiente para se considerar um sinal atípico, ou seja, ao analisar-se um sinal e reconhecer-se que é atípico, deve-se então procurar ajuda médica especializada para uma melhor averiguação desse sinal, promovendo assim a deteção precoce. O autoexame da pele deve ser repetido a cada mês para quem tem muitos sinais/nevos ou de 3 em 3 meses para quem apresenta poucos sinais/nevos, de forma a conseguir-se identificar o critério da evolução [5], [13], [14], [18], [19].

O método ABCDE é uma técnica de autoexame da pele eficaz, havendo estudos que mostram que, com a aprendizagem deste método, havia melhorias no reconhecimento de sinais normais ou atípicos e também na capacidade de tomada de decisão na procura de um médico especialista [19], [22]. No entanto, verificou-se que uma grande parte da população nunca realizou o autoexame da pele e que o principal motivo era o facto de não saber como o fazer [23], [24].



Figura 1.5 - Ilustração do Método ABCDE (retirado de [25])

### 1.3 Motivação

Este trabalho foca-se na prevenção secundária do melanoma, uma vez que com a deteção precoce aumenta-se a probabilidade de sobrevivência. A realização mensal (ou trimestral) do autoexame da pele utilizando o método ABCDE é a melhor forma de detetar sinais atípicos, que induz à procura de ajuda médica especializada mais cedo. O problema está na ausência geral de informação da população para a importância do autoexame da pele e de como este se processa.

Sensibilizar e ensinar para o autoexame da pele é a principal motivação deste trabalho, numa tentativa de promover a prática deste procedimento e incentivar a procura de ajuda médica especializada, quando necessário, o mais cedo possível. Deste modo, é possível contribuir para a diminuição da mortalidade do melanoma. Para isto, pretende-se usar o potencial de um jogo sério para promover uma aprendizagem mais fluída e dinâmica do autoexame da pele, usando a RA com o mecanismo de jogo, como ferramenta de sensibilização. A RA é uma das ferramentas mais importantes para a implementação deste projeto, pois permite transmitir o quão importante é este problema, colocando-o na realidade dos

utilizadores. A capacidade de sensibilização desta tecnologia é elevada e pode contribuir para que cada pessoa possa sentir o impacto direto do problema e perceber que existe uma forma de o prevenir de forma ativa.

Com a tendência generalizada de usar o *smartphone* todos os dias, espera-se que este jogo seja a forma mais fácil de atingir um maior número de pessoas, estando mais focado na população jovem portuguesa, com idades entre os 20 e os 39 anos, onde se verifica uma incidência mais preocupante. Pretende-se, assim, transmitir a importância do autoexame da pele e promover a sua realização regular.

## 1.4 Objetivos

Foram definidos vários objetivos para serem atingidos ao longo deste projeto de tese. Os objetivos são os seguintes:

- Determinar os aspetos necessários à realização do autoexame da pele;
- Definir uma estratégia de integração da realidade aumentada na promoção da realização do autoexame da pele;
- Definir uma estratégia de comunicação eficaz para estimular a realização periódica do autoexame da pele;
- Determinar os requisitos técnicos para a implementação das estratégias de jogo definidas;
- Prototipar um jogo sério que, através da realidade aumentada, estimule a realização do autoexame da pele;
- Determinar a usabilidade do protótipo na população jovem (20 a 39 anos);
- Determinar o impacto do protótipo nos conhecimentos e mudança comportamental dos utilizadores.

## 1.5 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação apresenta um total de 7 capítulos, sendo a Introdução o primeiro.

O Capítulo 2 apresenta o Estado de Arte, contextualizando a realidade aumentada e Frameworks disponíveis, que são considerados para o desenvolvimento do trabalho.

No Capítulo 3 será descrito todo o trabalho preliminar realizado, envolvendo um primeiro protótipo e os respetivos testes de usabilidade.

O Capítulo 4 é onde é feita a descrição do protótipo final, usando um Framework teórico de design de jogos sérios.



No Capítulo 5 é feita uma descrição mais pormenorizada das etapas realizadas ao longo da implementação do protótipo. Esta descrição é muito focada nas tecnologias e usa linguagem técnica e específica dessas mesmas tecnologias.

O Capítulo 6 descreve a avaliação do protótipo final, desde a implementação dos testes de usabilidade a uma análise aprofundada e estruturada dos mesmos.

No Capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões do trabalho e ainda referidas sugestões de trabalho futuro.

Posterior a estes capítulos são apresentadas as Referências e ainda os Anexos da dissertação.

## **1.6 Conclusões**

O melanoma é o cancro de pele mais mortal, mas apresenta uma elevada taxa de sobrevivência quando detetado precocemente. Para isto deve ser realizado ao autoexame da pele regularmente, através do método ABCDE, que ajuda a identificar sinais atípicos, quando dois ou mais critérios estão presentes. No entanto, a população, de uma forma generalizada não conhece a importância do autoexame da pele, nem como realizá-lo. Deste modo, o principal objetivo de trabalho é sensibilizar a população, mais especificamente jovens adultos, quanto à realização do autoexame da pele. Irá ser descrito o trabalho desenvolvido para alcançar este objetivo ao longo desta dissertação.

# Capítulo 2

## Estado de Arte

Neste capítulo irá ser apresentado o Estado de Arte, que visa descrever os vários componentes tecnológicos desta dissertação, assim como os vários Frameworks que foram considerados para a implementação da mesma. Especificamente, será abordada a realidade aumentada, que é uma das ferramentas mais importantes deste trabalho. Serão também abordados potenciais softwares de desenvolvimento do jogo e ainda ferramentas específicas de deteção da mão, que são também uma parte fulcral deste projeto. Aqui, as ferramentas de deteção a mão são necessárias para a implementação das mecânicas de jogo pensadas, descritas mais pormenorizadamente nos Capítulos seguintes. Estas servem, exatamente, para detetar a mão dos utilizadores, de modo a permitir à RA projetar um sinal na mão detetada. Serão ainda descritos alguns trabalhos relacionados.

### 2.1 Realidade Aumentada

#### 2.1.1. Conceito

Os primeiros indícios da RA surgiram por volta de 1960 com o investigador Ivan Sutherland, que desenvolveu um capacete de visão ótica direta para visualização de objetos 3D no ambiente real [26]. Esta nova tecnologia esteve limitada ao ambiente académico até aos anos 90 uma vez que se tratava de tecnologia bastante dispendiosa, com produção limitada e apenas para centros de investigação [27].

Embora possamos localizar os primeiros indícios da RA nos anos 60, a verdade é que apenas nos anos 90 o conceito aparece diferenciado da Realidade Virtual. O termo RA foi citado, pela primeira vez, num artigo de Thomas Caudell e David Mizell em 1992 [28]. Neste sentido, em 1994, Paul Milgram e Fumio Kishino apresentaram o conceito de *Reality-Virtuality Continuum*, ou “Contínuo de Realidade-Virtualidade”, uma expressão utilizada para descrever um conceito

que é revelado numa escala que varia entre o totalmente virtual e o totalmente real [29] (Figura 2.1).



Figura 2.1 - Contínuo de Virtualidade (retirado de [29])

O conceito de RA refere-se à combinação de elementos que não existem com a realidade, de forma impercetível, oferecendo aos utilizadores uma representação melhorada ou aumentada do mundo que os rodeia. A RA é, então, uma tecnologia que permite ao utilizador transportar o ambiente virtual para o seu espaço em tempo real, utilizando um dispositivo tecnológico. [30].

Existem diferentes métodos para implementar uma experiência de RA em função do que se pretende obter enquanto produto final. Considerando, por exemplo, a informação virtual que é possível observar com recurso à realidade aumentada, esta pode ser relativa à representação de elementos virtuais 2D ou de modelos 3D originando, logo à partida, diferentes processos de implementação do sistema [31].

### 2.1.2. Aplicações na área da saúde e do ensino

A área de entretenimento é, sem dúvida, a área de maior foco da RA, particularmente no mercado de videojogos, onde se espera que continue a haver um grande investimento na RA [32]. No entanto, o uso de RA é igualmente importante na área da saúde e na área do ensino, havendo já diversas aplicações em ambas as áreas e até aplicações conjugadas, ou seja, que promovem o ensino da saúde [32].

Na área da saúde existem aplicações onde a RA mostrou ser eficaz em ajudar no tratamento de fobias, na prevenção de recaídas de toxicodependentes, na redução dos sintomas de distúrbios alimentares, de ansiedade, entre outros, mostrando ser particularmente eficaz [33]-[36].

Na área do ensino, a RA pode ser aplicada em livros de RA, que têm o potencial de apresentações em 3D e experiências interativas que promovem a aprendizagem digital, em jogos sérios de RA, que muitas vezes são usados por professores para ajudar a perceber conceitos e a reter conhecimento, em aprendizagem baseada na descoberta, muitas vezes aplicada em locais históricos, na modelação de objetos, que contribui de forma direta para uma melhor visualização espacial dos objetos, e ainda para o treino de habilidades [31].

Na perspetiva de educação na saúde, temos o exemplo da RA ajudar em mudanças comportamentais, ou ainda o uso da RA para uma visualização anatómica mais realista, projetando modelos anatómicos em superfícies, permitindo aos utilizadores, explorar o modelo anatómico movendo o telemóvel. Este exemplo pretende contribuir no processo de aprendizagem de estudantes de ciências da saúde [29], [37], [38].

## 2.2 Frameworks

Nesta secção serão abordados os requisitos do trabalho e explicadas as escolhas tomadas, relativamente aos *frameworks* usados, para o desenvolvimento desta dissertação.

### 2.2.1. Requisitos

Os requisitos deste trabalho serão mais aprofundados no Capítulo 4, onde será descrita a conceptualização do protótipo SPOT, ou seja, o protótipo final desta dissertação. O conceito de jogo subjacente a todos os jogos pressupõe a deteção da mão do utilizador, na qual, através da RA será projetado um sinal na pele do utilizador. Esta é a mecânica mais importante da aplicação e requer o uso de ferramentas de RA e ainda ferramentas de deteção da mão.

Existe ainda a necessidade de definição dos requisitos de hardware e software dos dispositivos dos utilizadores. Aqui, tendo em conta o objetivo de trabalho, que será que este jogo sensibilize o maior número possível de jovens adultos, será de alguma importância o desenvolvimento para dispositivos Android e iOS.

### 2.2.2. Framework Conceptual

Para o desenvolvimento de qualquer jogo sério é importante definir uma metodologia de análise do design, um processo de criar design focado na aprendizagem e ainda uma linguagem comum, para discutir o design dos jogos sérios. Deste modo, este trabalho terá por base o *Design, Play, and Experience (DPE) Framework* [39], que apresenta a capacidade de resposta a estes vários aspetos.

Este *framework* é baseado no *Mechanics, Dynamics, and Aesthetics (MDA) Framework*, que foi desenvolvido por Marc LeBlanc [39]. O *MDA framework* consegue endereçar a jogabilidade de um jogo, mas não tem a capacidade de analisar outros aspetos importantes, como a narrativa, a experiência do utilizador, etc. Assim, o *DPE framework*, inspira-se na capacidade do método iterativo entre o designer e o utilizador do *MDA framework*, para expandir as camadas do jogo. Tendo sempre em mente que o designer apenas tem controlo direto sobre o design, este *framework* sugere uma interação entre o designer e o utilizador, na qual o designer cria o design do jogo e o utilizador joga o jogo, resultando assim na experiência do utilizador. É sugerido que esta interação seja possível a vários níveis, pelo que foram criadas as linhas da

aprendizagem, da narrativa, da jogabilidade, da experiência do utilizador e da tecnologia (Figura 2.2).

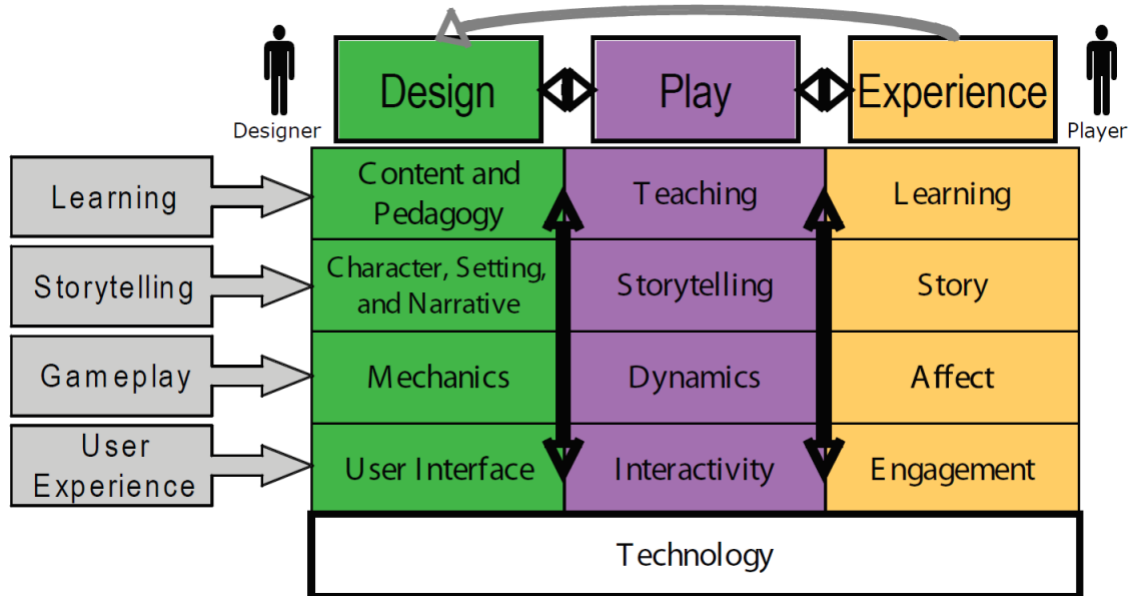


Figura 2.2 - DPE framework (retirado de [39])

Na linha da aprendizagem, o designer cria o conteúdo e a pedagogia, que irá resultar em aprendizagem quando o utilizador jogar o jogo. Será importante aqui definir os objetivos de aprendizagem. Na linha da narrativa, é combinada a história criada pelo designer com as interações e escolhas que o utilizador pode fazer. A linha da jogabilidade é onde o designer define as mecânicas de jogo, descrevendo as opções do utilizador no mundo do jogo. Aqui, a mecânica do jogo irá proporcionar dinâmica, quando o utilizador jogar o jogo. Na linha da experiência do utilizador, é onde encaixa a interface do jogo. Será tudo o que o utilizador conseguir ver, ouvir ou interagir. Aqui, o objetivo do designer é envolver o utilizador no mundo do jogo e na sua experiência. Por último, a linha da tecnologia está fortemente ligada à experiência do utilizador, uma vez que esta limita a jogabilidade aos recursos disponíveis.

Assim, através deste *framework* e as suas várias linhas poderá ser definido o design deste trabalho e formalmente descrito com a linguagem sugerida.

### 2.2.3. Software de Desenvolvimento

Este trabalho poderia ser implementado em diferentes ambientes de desenvolvimento integrado (IDE), como por exemplo o *Android Studio*, o *Xcode Apple IDE*, ou ainda IDEs de desenvolvimento de jogos, como o *Unity*, o *Unreal*, o *GoDot*, entre outros. Por uma questão de experiência pessoal com estes IDEs, seria possível trabalhar com o *Android Studio* ou com o

*Unity*, uma vez que começar a aprendizagem de uma nova linguagem e *framework* não são o pretendido nos objetivos deste projeto.

Para além disto, tendo como motivação atingir um maior número de utilizadores, desenvolver o jogo para *Android* e *iOS* será uma grande vantagem, pelo que, uma plataforma de desenvolvimento de jogo capaz de exportar o mesmo código para diferentes plataformas é uma enorme vantagem. Por estas razões, o IDE escolhido para o desenvolvimento deste trabalho foi o *Unity* [40].

Para a implementação da RA existem a *AR Foundation*, um módulo de *Unity* que permite a criação de experiências ricas, com a capacidade de depuração para vários *softwares* de *smartphones* [41]. Este integra o *ARKit*, específico para *iOS*, e o *ARCore*, que permite o desenvolvimento para *Android* [41]-[44]. A *AR Foundation* acaba por ser mais uma vantagem do *Unity*, porque combina o mesmo código de RA para diferentes plataformas.

Apesar de as *features* do *ARCore* já incluírem *Plane tracking*, *Face tracking* e *2D Image tracking* [41], [42], são precisas ferramentas mais específicas. Tal como se poderá ver no Capítulo 4, a ideia inicial deste projeto englobava uma ferramenta de deteção da mão (*Hand tracking*), na qual, a deteção da mão servirá para projetar um sinal na mão dos utilizadores. A melhor solução tecnológica de proceder a este tipo de deteção é através de redes neuronais, que já existem desenvolvidas de forma independente do ambiente do *Unity*. Algumas destas redes são o *Handtrack.js* [45] e o *MediaPipe Hands*, que poderão ser acedidos, de forma não oficial, no *Unity* através da integração de módulos *OpenCV*, disponíveis, com um custo associado, na loja do *Unity* [46]. Outra solução é o *ManoMotion*, que dá acesso a um SDK gratuito compatível com o *AR Foundation* do *Unity*, e que permite depuração para *Android* e *iOS* [47]. É apenas necessária a criação de uma conta para usar a edição comunitária do *ManoMotion*. Deste modo, este SDK foi escolhido para a implementação deste trabalho, em especial pelo facto de já ter integração direta com o *Unity*, mas também pela documentação disponível, que poderá facilitar o processo de implementação.

#### 2.2.4. Trabalhos Relacionados

Um dos trabalhos relacionados que mais se aproxima do conceito deste projeto é o *seeUV*. É uma aplicação desenvolvida com o objetivo de educar a população australiana para a prevalência da radiação UV, promovendo a prevenção primária do cancro de pele através da RA. Esta app contém um *UV visualiser*, que pretende promover a consciência em relação aos raios UV, usando a RA para adicionar cor e formas dos raios UV, em tempo real, ao ambiente detetado na câmara, onde os raios UV não são visíveis, e ainda uma ferramenta de *Skin damage selfie*, na qual a RA insere, numa selfie, o dano que a radiação UV provoca, pretendendo transmitir a mensagem do perigo de um rápido envelhecimento da pele [48].



Figura 2.3 - Exemplo da aplicação *seeUV* (retirado de [49])

Outra aplicação é a *miiskin*, que serve para registar os próprios sinais, através de fotografias dos sinais e a sua localização num modelo do corpo humano, e ainda verificar mudanças ao longo do tempo, comparando imagens antigas e atuais. Tem a capacidade de tirar imagens de corpo inteiro e fazer o mapeamento automático dos sinais detetados. À semelhança deste projeto, a *miiskin* aborda a prevenção secundária do cancro da pele, mas não apresenta ferramentas que ensinem a realização do autoexame da pele, mas sim ferramentas que ajudam à sua realização [50].

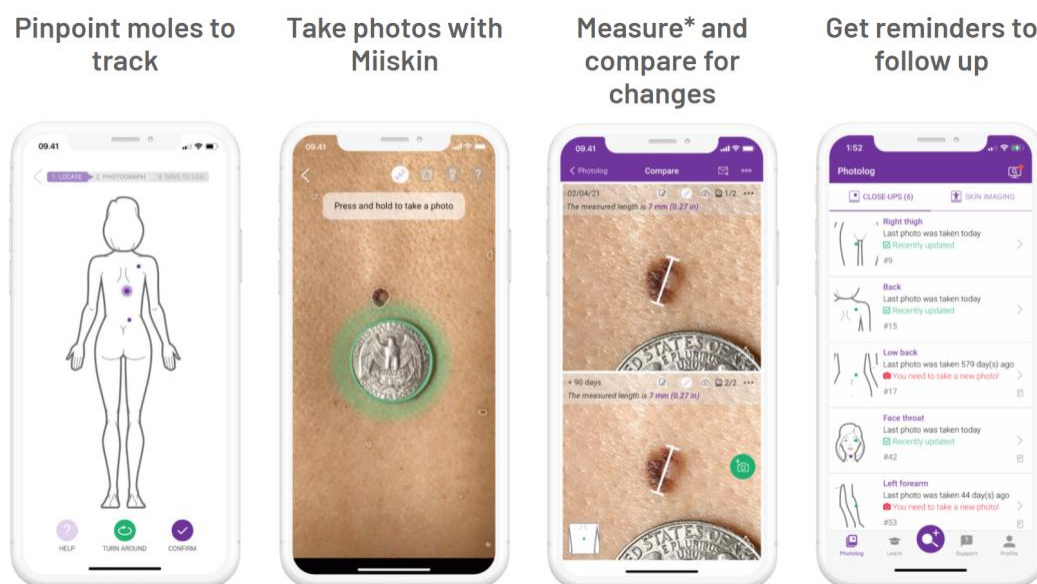


Figura 2.4 - Exemplo da aplicação *miiskin* (retirado de [50])

Numa outra perspetiva, temos a aplicação *SkinVision* e a *SMARTSKINS*. Ambas funcionam com a finalidade de indicador de risco (quase como uma aplicação de diagnóstico). Os utilizadores são capazes de fotografar os sinais que pretendem, e estes são depois analisados, ou por algoritmos de deteção automática, no caso da *SkinVision*, ou por especialistas que validam o resultado de um modelo de *machine learning* automático, no caso do *SMARTSKINS*. Embora ambas as aplicações também se dediquem à deteção precoce do cancro da pele, estas vão para além do objetivo deste trabalho de tese, que apenas pretende educar para a importância do autoexame da pele e ensinar a como este se processa [51]-[53].

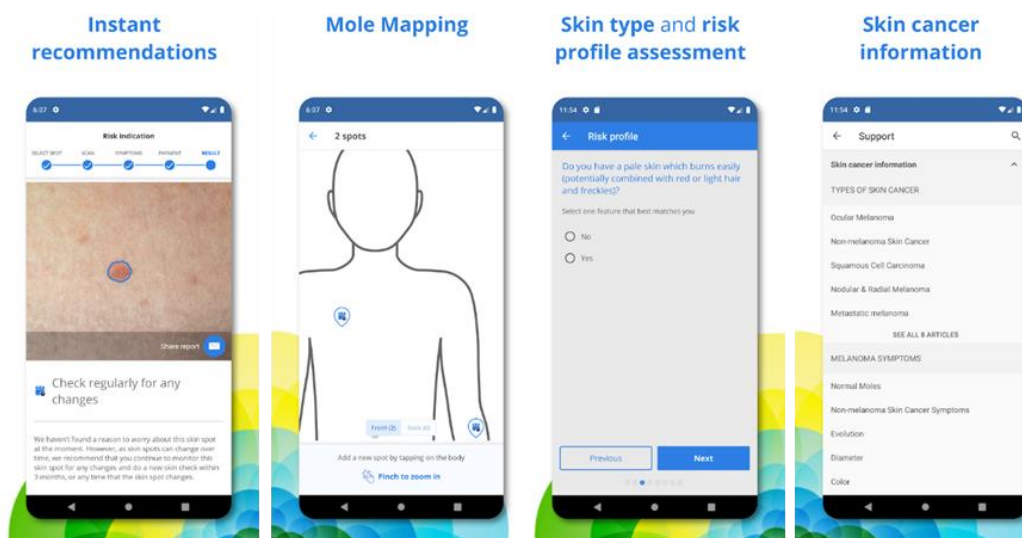


Figura 2.5 - Exemplo da aplicação *SkinVision* (retirado de [51])

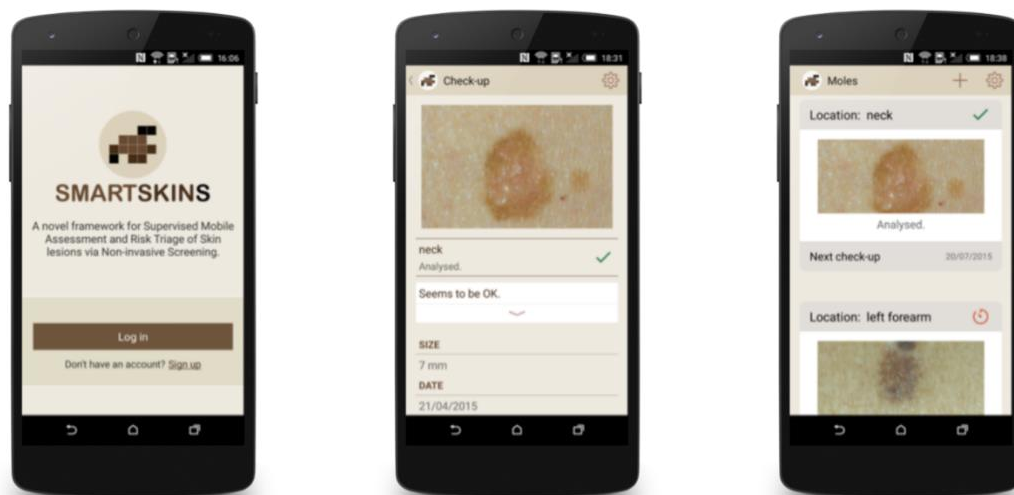


Figura 2.6 - Exemplo da aplicação *SMARTSKINS* (retirado de [52])

Por último, a aplicação *INKHUNTER* é uma aplicação que permite visualizar, recorrendo à RA, como é que uma tatuagem iria ficar, numa determinada parte do corpo, antes de ser tatuada. Esta aplicação, permite que os utilizadores experimentem várias hipóteses até que



estejam certos da tatuagem que querem e de onde a querem. A ligação que esta aplicação tem com este trabalho é a capacidade extraordinária do uso da RA, através de um método de deteção de linhas, que podem facilmente ser desenhados, por exemplo, no braço, no qual os traços desenhados são substituídos pela tatuagem escolhida [54].

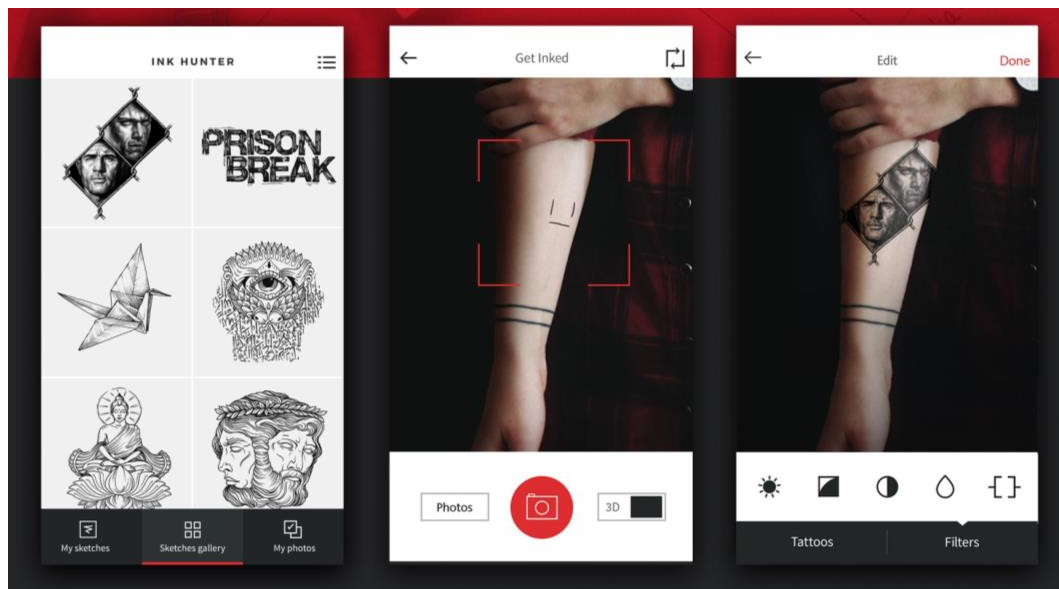


Figura 2.7 - Exemplo da aplicação *INKHUNTER* (retirado de [54])

## 2.3 Conclusões

A RA é então uma ferramenta muito versátil e com várias aplicações. As aplicações mais relevantes para este trabalho são as que se inserem no âmbito da educação e da saúde. Especificamente, existem algumas soluções semelhantes ao trabalho desenvolvido nesta dissertação, nas quais, a aplicação seeUV é a que mais relacionada está com o trabalho. A seeUV incidi na prevenção primária do melanoma, usando RA para a sensibilização da população para quanto à importância dos cuidados quanto à exposição solar. Este será então o conceito mais próximo deste trabalho, no qual se criou uma ferramenta que permita a sensibilização, ao invés das ferramentas mais comuns de ajuda no autoexame da pele e até deteção automática do melanoma. Apesar de uma forte proximidade de conceitos, o propósito deste trabalho nunca antes foi pensado, tornando a ideia bastante inovadora.

# Capítulo 3

## Trabalho Preliminar

A Unidade de Prevenção de Cancro do Ipatimup, previamente à proposta deste tema para dissertação, desenvolveu um pequeno jogo que pretendia demonstrar o impacto do conceito deste trabalho. Este jogo será considerado neste projeto o Protótipo 0, com o qual foram realizados testes de usabilidade para descrever a capacidade que a RA terá para sensibilizar a população para o autoexame da pele, através de mecanismos de ludificação. O funcionamento do protótipo 0 e a implementação dos testes de usabilidade são descritos neste Capítulo.

### 3.1 Protótipo 0

O protótipo 0 foi desenvolvido usando a aplicação *Spark AR Studio*, dado que nesta ferramenta de programação visual existem já várias bibliotecas de RA, nas quais se inclui a deteção automática da mão.

Neste protótipo, apenas é visível a *interface* do jogo quando é detetada uma mão pela câmara traseira do *smartphone*. Surge uma indicação no ecrã inicial (Figura 3.1a), sugerindo ao utilizador que coloque a mão à frente da câmara. Ao ser detetada uma mão, a *interface* principal aparece (Figura 3.1b). Para começar a jogar, o utilizador tem de clicar no botão de “Criar Sinal”. De seguida, o principal mecanismo de RA é acionado, onde é inserido um nevo na mão do utilizador.

O mecanismo de jogo envolve a classificação do sinal gerado com RA como normal ou atípico (Figura 3.1c). Ao classificar o sinal, clicando no botão correspondente de “Normal” ou “Atípico”, o utilizador poderá acertar ou errar na classificação. Caso acerte, um sistema de pontos é acionado, aumentando um ponto a cada classificação acertada (Figura 3.1d). Mas caso erre, existe também um sistema de vidas, no qual é perdida uma vida a cada classificação errada, num total de 3 vidas (Figura 3.1e). Assim, o principal objetivo do jogo é obter a maior pontuação possível até se perder todas as vidas.

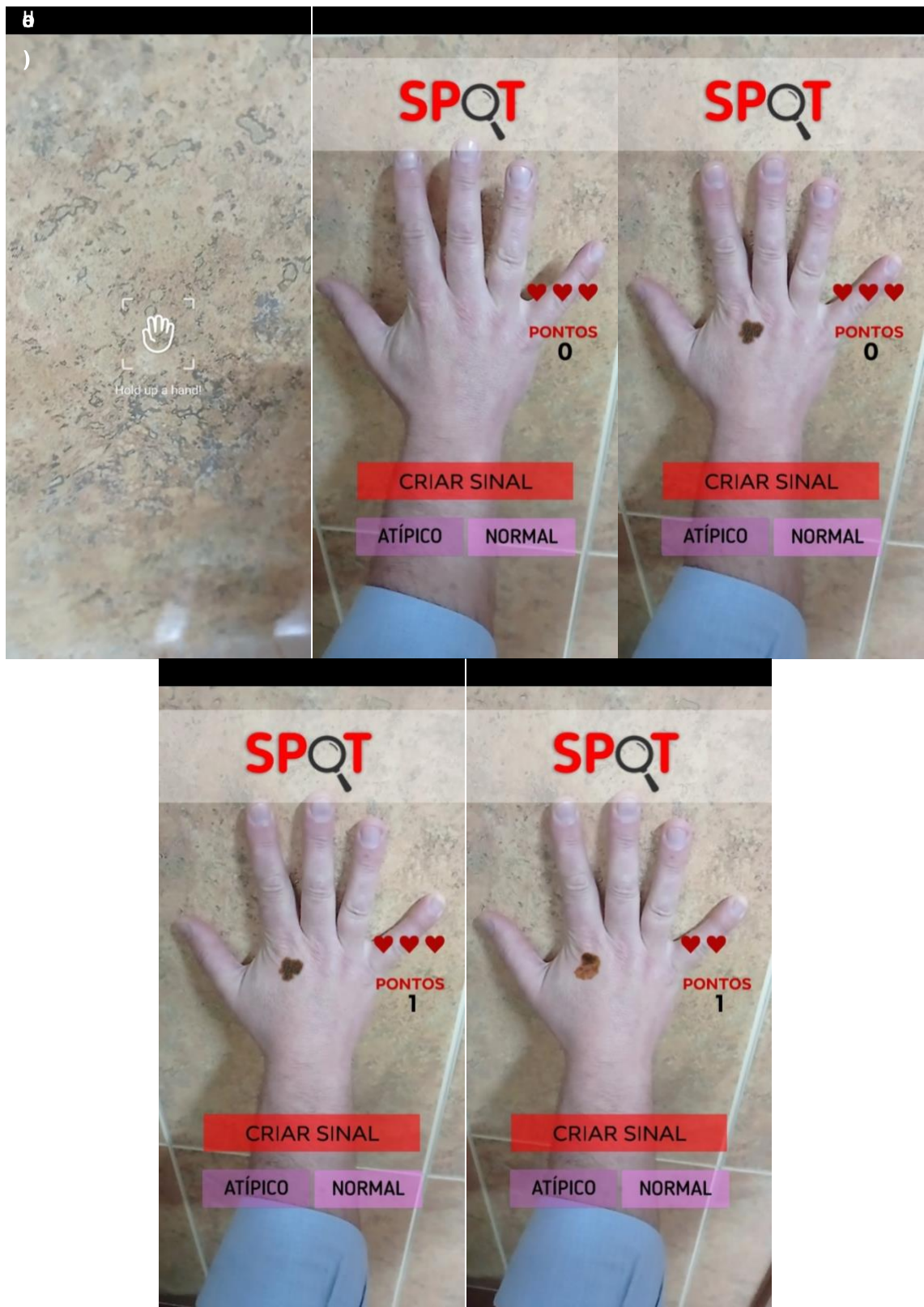


Figura 3.1 - Interface do Protótipo 0

## 3.2 Testes de Usabilidade

Foi desenvolvido um plano de execução dos testes de usabilidade para o Protótipo 0. O objetivo dos testes realizados foi testar o conceito deste protótipo, com especial ênfase no papel da RA e na sua capacidade de sensibilização para a prevenção secundária do melanoma.

### 3.2.1. Método

Para a realização dos testes de usabilidade foi desenvolvido um Guião, disponível nos anexos desta dissertação (Anexo 1). Este Guião serviu apenas como ferramenta de ajuda e apontamento aos facilitadores dos testes, sendo que os participantes não tiveram acesso ao mesmo. O teste de usabilidade estava dividido em três partes: Perguntas pré-tarefas, Tarefas e Perguntas pós-tarefas.

Antes de começar, o facilitador fazia uma pequena explicação sobre o contexto do trabalho e sobre como se iria proceder ao teste. Na primeira parte foram realizadas algumas perguntas, antes de o participante ter acesso a qualquer informação sobre o protótipo. Estas perguntas tinham como objetivo caracterizar os participantes do estudo através de perguntas como, por exemplo, o género e a idade.

Na segunda parte, foi dado um panfleto informativo da Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo ao participante, antes de este começar a realização das tarefas.



Figura 3.2 - Panfleto Informativo da Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo relativo ao método ABCDE (retirado de [21])

Foi-lhe dito para ler os vários passos do método do ABCDE, e que estes viriam a ser importantes para a realização das tarefas. De seguida, deu-se o *smartphone* com o protótipo

já aberto e pediu-se para o participante jogar, explicando o que pensava em voz alta (método *Think Aloud*) [55]. Não foram instruídos quaisquer passos de jogo, de forma a conseguir perceber o quão intuitivo era o protótipo. O sucesso ou insucesso das tarefas foi registado, assim como os erros cometidos até o participante atingir o sucesso da tarefa.

Por último, foram feitas algumas perguntas sobre o jogo, de modo a recolher algum feedback sobre o funcionamento do protótipo e apontar novas sugestões e preocupações. As respostas foram analisadas e organizadas tendo em conta as várias sugestões recolhidas.

### 3.2.2. Resultados

Foram realizados 10 testes, a uma população de participantes com distribuição de género de 50% e idades entre os 21 e os 32 (idade média de 22,9). Nenhum dos participantes inquiridos realizou, alguma vez, o autoexame da pele através do método ABCDE, e somente 20% dos inquiridos afirma ter mais de 50 sinais no corpo. Em média, os participantes costumam jogar no *smartphone* menos de 6 vezes por semana e apenas 60% dos inquiridos já tiveram algum contacto com RA. Toda esta informação está representada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Resultados das Perguntas Preliminares

<b>Género (n)</b>		
	Feminino	5
	Masculino	5
<b>Idade (média)</b>		22,9
<b>Realizou autoexame? (n)</b>		
	Sim	0
	Não	10
<b>Número de Sinais</b>		
	Mais de 50	2
	Menos de 50	8
<b>Frequência de jogo no <i>smartphone</i></b>		
	Não costuma jogar	2
	Joga menos de 6 vezes por semana	6
	Joga pelo menos uma vez por dia	1
	Joga várias vezes ao dia	1
<b>Contacto com RA</b>		
	Sim	6
	Não	4

Durante as tarefas realizadas, foram tidos em conta alguns aspetos que foram registados e são agora apresentados na Figura 3.3. Com estes dados esperava-se apenas confirmar que a forma de jogar dos participantes não se distanciava muito da forma de jogar esperada. O

resultado mais relevante que foge ao esperado é a forma como é colocada a mão à frente da câmara. Metade dos participantes colocou a palma da mão virada para a câmara, enquanto que a outra metade colocou as costas da mão viradas para a câmara. O esperado seria colocar as costas da mão virada para cima, mas verificou-se que isso dependerá da pessoa e da posição que lhe é mais confortável. Alguns dos participantes referiram ficar cansados e até com dores no braço de estar muito tempo com a mão à frente da câmara. Quanto aos restantes aspetos avaliados, apenas um dos participantes agarrou inicialmente o *smartphone* com a mão não dominante, embora rapidamente tenha percebido que seria mais confortável ao contrário. Para além disso, 3 dos participantes tiveram curiosidade em trocar a posição da mão a algum momento das tarefas do teste.



Figura 3.3 - Resultados verificados durante as Tarefas

Na Figura 3.4 e Figura 3.5 são apresentados alguns dos resultados de perguntas diretas após a realização de tarefas. Verifica-se que o jogo não foi considerado muito complexo, mas que poderia ser mais fácil e intuitivo, um aspeto provavelmente relacionado com a interface não muito desenvolvida. Apesar disto, os participantes indicam que o conceito do jogo tem potencial, na medida em que sensibiliza os jogadores relativamente à importância do autoexame da pele. Para além disso, pode-se concluir que este jogo aumenta os conhecimentos do jogador e poderá servir como meio de motivação à realização do autoexame da pele. Como indicador de satisfação foi ainda perguntado se recomendariam o jogo a outras pessoas, sendo que 80% dos inquiridos o fariam e ainda que 20% dos participantes pagaria para jogar.

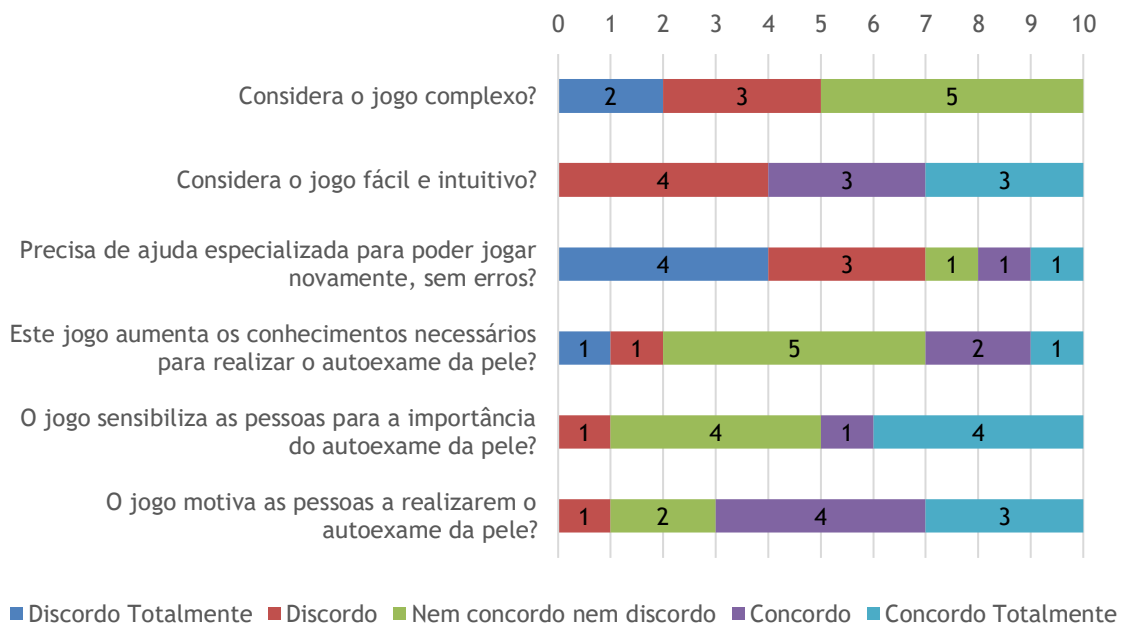


Figura 3.4 - Resultados de Perguntas Diretas pós-Tarefas



Figura 3.5 - Resultados de Perguntas Diretas pós-Tarefas

Por fim, alguns dos tópicos referidos nas perguntas de resposta aberta são apresentados na Figura 3.6. Um dos aspetos referidos mais relevantes foi a sensação de estranheza sentida ao ver um sinal que não é seu na própria mão. Esta sensação, referida por 7 dos 10 participantes, foi um dos principais aspetos que sensibilizou os participantes. Além disso, 8 participantes refletiram sobre os seus próprios sinais, induzindo preocupação, por comparação aos sinais gerados pela RA. Os restantes aspetos e sugestões são referentes a melhorias da interface e ainda funcionalidades extra que poderiam vir a ser incluídas no protótipo. Um dos aspetos a incluir será um tutorial do método ABCDE como parte integrante do jogo, uma funcionalidade que foi referida por todos os participantes. Tendo em conta o objetivo de educação deste jogo,

a funcionalidade de explicar um erro também poderá vir a ser importante, tendo 8 dos 10 participantes sentido a necessidade de perceber porque errou numa classificação.

Todos estes aspetos foram ponderados na fase seguinte do trabalho, ou seja, durante a conceptualização do jogo do protótipo final. No próximo Capítulo será então descrita a segunda iteração do trabalho, onde se desenvolveu o protótipo SPOT, nome dado à aplicação.

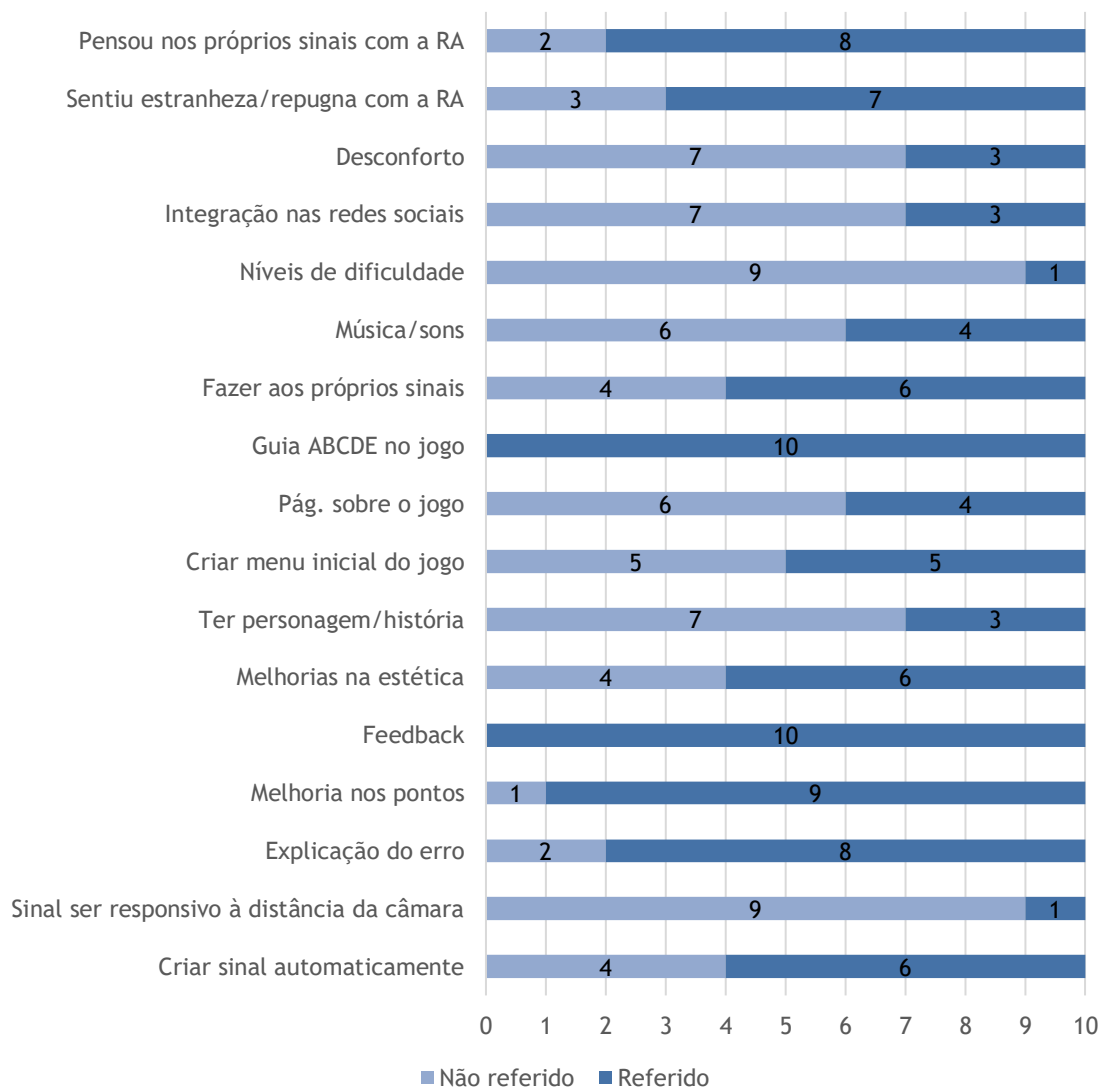


Figura 3.6 - Críticas e sugestões de melhoramento

### 3.3 Conclusões

Os resultados dos testes de usabilidade do protótipo 0 indicam que este conceito é viável e poderá vir a ser bem recebido pelos utilizadores, uma vez que é muito simples de usar. Para



além disto, a RA parece ser uma forma eficaz de sensibilizar os utilizadores quanto à realização do autoexame da pele. As sugestões apresentadas pelos participantes serão também um ponto importante a ter sido em conta, pelo que, uma segunda iteração deste protótipo foi iniciada após o trabalho preliminar, dando então origem ao protótipo SPOT.

# Capítulo 4

## Protótipo SPOT

Neste capítulo será feita uma descrição da conceptualização do protótipo desenvolvido, tendo sempre em conta o *DPE framework*, que permitirá uma descrição estruturada dos vários componentes do jogo. Nesta fase de trabalho, várias ideias foram reunidas, tendo sido tomadas decisões relativas ao design do jogo em conjunto com a Catarina Ferreira, uma vez que a conceptualização afeta, de forma direta, ambos os trabalhos.

### 4.1 Linha de Aprendizagem

Nesta linha do *framework*, para além do principal objetivo do trabalho que visa a sensibilização para a importância da realização do autoexame da pele, foram definidos objetivos de aprendizagem. O conteúdo pedagógico que se pretende transmitir aos utilizadores vai desde o método ABCDE até à realização do autoexame da pele. Assim, é necessário ensinar aos utilizadores o método ABCDE, para que possam analisar sinais individualmente, mas também ensinar a melhor forma de realizar o autoexame em todas as partes do corpo.

Usou-se a taxonomia de Bloom [56], criada especificamente para definir objetivos educacionais, de modo a estruturá-los melhor. Os objetivos de aprendizagem do jogo SPOT são:

- Listar os critérios do método ABCDE;
- Definir sinais normais e sinais atípicos;
- Reconhecer a importância deste método na prevenção do melanoma;
- Implementar o método ABCDE;
- Examinar sinais;
- Avaliar a presença dos vários critérios do método ABCDE em sinais;
- Justificar um sinal ser normal ou atípico;
- Identificar a importância do método ABCDE na realização do autoexame da pele;
- Executar o autoexame da pele;

A definição destes objetivos ajudou a impulsionar ideias para a definição das restantes partes do jogo.

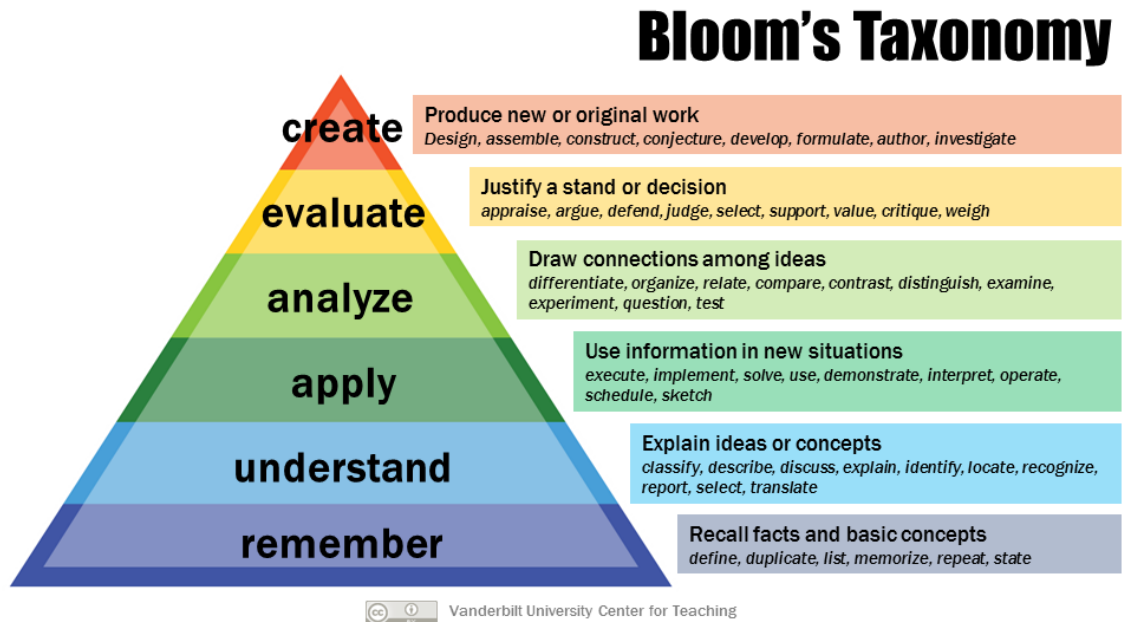


Figura 4.1 - Diagrama da Taxonomia de Bloom (retirado de [56])

## 4.2 Linha da Narrativa

Tendo em conta o público alvo de jovens adultos, com idades entre os 20 e os 39 anos, tentou-se definir uma estratégia para transmitir o conteúdo pedagógico de uma forma lúdica. Visa-se uma aprendizagem sem esforço e intuitiva, quase como se os utilizadores nem se apercebam que estão a aprender nova informação.

A incorporação de uma personagem e uma pequena narrativa foi o formato que se escolheu para transmitir o conteúdo pretendido. Definiu-se que a personagem seria um dalmata chamado Spot, uma vez que dalmatas têm pintas, que podem, de certo modo, ser comparadas aos sinais dos utilizadores. Para além disso, os dalmatas nascem completamente brancos, desenvolvendo as pintas ao longo da vida. Este facto foi também incorporado na narrativa, tentando associar o momento do aparecimento da primeira pinta de um dalmata bebé como uma oportunidade de aprendizagem, quer para a personagem, como para o utilizador.

O momento mais indicado para a apresentação desta narrativa, em conjunto com o ensinar dos conteúdos pretendidos, é o momento de tutorial (Figura 4.2). Aqui, o Spot começa por apresentar-se. Nesta fase, o Spot ainda é muito novo, pelo que ainda é todo branco. No entanto, apareceu-lhe a primeira pinta e o Spot, não sabendo o que é, está preocupado. Ele pergunta primeiro ao utilizador se alguma vez já tinha ficado preocupado com algum sinal, e após a

resposta, ele conta ao utilizador da sua nova pinta. Daqui, o Spot pede ajuda ao utilizador para analisar a pinta, uma vez que tinha acabado de aprender um novo método que podia ajudar. O Spot começa então a explicar cada critério do método ABCDE e como é que se identificam sinais atípicos.

Após esta fase de aprendizagem, estará disponível uma secção de autoexame, onde o utilizador terá ferramentas que facilitam a realização do autoexame. À medida que o utilizador analisa os seus próprios sinais, adicionando novas fotos dos mesmos, está previsto aparecerem novas pintas no Spot, de modo a marcar o progresso pessoal do utilizador com a evolução do Spot.

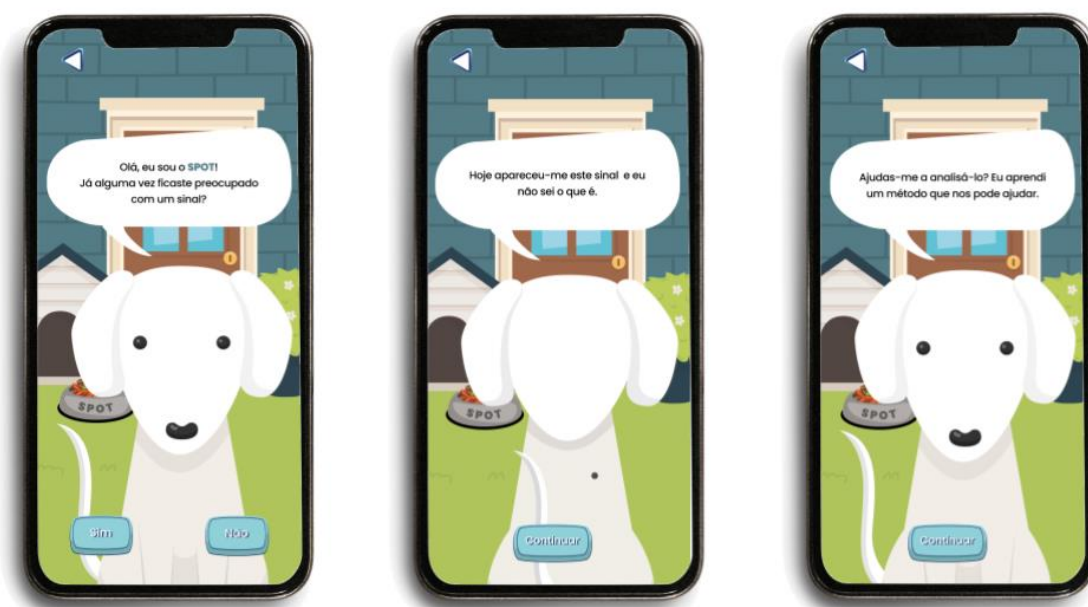


Figura 4.2 - Exemplo de *mockups* do tutorial do protótipo

### 4.3 Linha da Jogabilidade

Inicialmente, foram pensados vários jogos, quase todos baseados em RA, de modo a tentar responder aos objetivos de aprendizagem, mas também para tornar o jogo mais atrativo, promovendo a sua jogabilidade.

Semelhante ao protótipo zero, pensou-se num jogo simples, que, na verdade, passou a integrar quatro jogos distintos, mas todos com a mesma mecânica. Baseado nos critérios do método ABCDE, usa-se RA para gerar um sinal na mão do utilizador, tendo este de responder “Sim” ou “Não” à pergunta sobre a presença ou ausência de determinado critério (assimetria, bordo irregular, cores múltiplas ou diâmetro superior a 6mm). Um exemplo de um esquema preliminar destes jogos está representado na Figura 4.3.



Figura 4.3 - Mockups iniciais da mecânica dos jogos dos critérios individuais A, B, C e D

O critério da evolução não é possível ser retratado em jogos sem a componente temporal, mas pensou-se que uma forma interessante de proporcionar a aprendizagem deste critério seria através de um jogo de diferenças. Seria possível tirar uma fotografia à mão do utilizador e usar essa fotografia como base para gerar sinais e as respetivas diferenças, ou podiam ser usadas imagens predefinidas para este jogo. Um exemplo de um esquema preliminar deste jogo está representado na Figura 4.4.

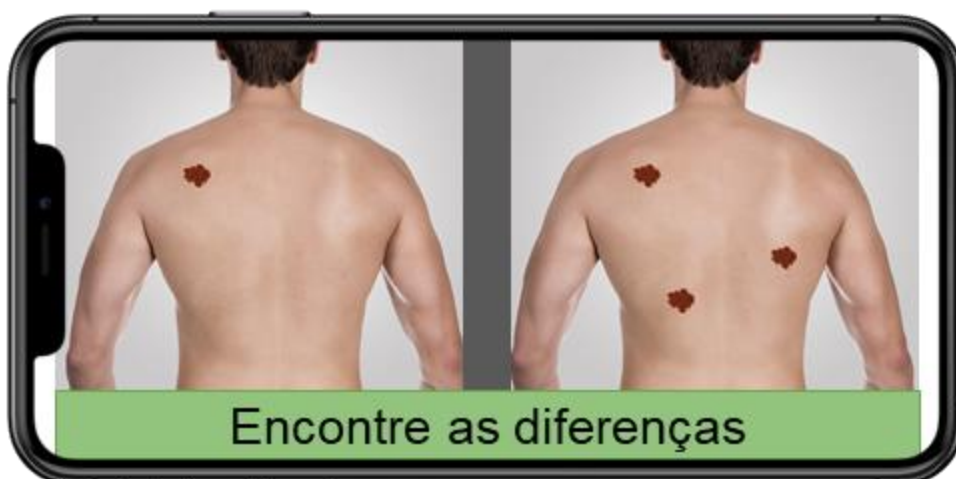


Figura 4.4 - Mockup inicial da mecânica do jogo da evolução

Para aumentar o nível de dificuldade, pensou-se num jogo, com uma mecânica semelhante ao primeiro tipo de jogo, que contemplasse os critérios ABCD todos num só. O utilizador teria

de seleccionar os critérios que estiverem presentes em cada sinal gerado através da RA. Um exemplo de um esquema preliminar destes jogos está representado na Figura 4.5.



Figura 4.5 - *Mockup* inicial da mecânica do jogo dos critérios ABCD

Por último, para contemplar o objetivo de classificar sinais como normais ou atípicos, usa-se a mesma mecânica do primeiro tipo de jogo, gerando um sinal com a RA, que o utilizador terá de responder “Sim” ou “Não” à pergunta “Este sinal é atípico?”.

Numa fase mais avançada do processo de conceptualização criaram-se os *mockups* finais para os vários jogos. No entanto, foi decidido que o jogo das diferenças não seria implementado nesta fase, por questões de gestão de tempo do projeto. Tendo em conta a utilização do SDK do *ManoMotion*, desenhou-se um sistema de resposta por gestos em vez de botões no ecrã, para o jogo dos critérios individuais e para o jogo normal/atípico. O gesto de mão fechada e o gesto de apontar (apenas o dedo indicador esticado) são os gestos de resposta, enquanto que o gesto de mão aberta será o gesto base, onde será sempre gerado um novo sinal. Este sistema de resposta traz mais fluidez ao jogo, permitindo que o utilizador apenas precise de segurar o *smartphone*, em vez de clicar no ecrã para responder.

Existem também algumas diferenças entre o tutorial e os jogos. No tutorial estão englobados todos os jogos, passando de fase em fase sempre que o utilizador acerta num total de cinco sinais. Os jogos funcionam como níveis independentes, havendo um total de 3 vidas no começo de cada nível e zero pontos acumulados. Sempre que o utilizador erra um sinal perde uma vida, e sempre que acerte um sinal, ganha um ponto. Quando não houver mais vidas é mostrada a pontuação obtida e ainda a pontuação máxima alguma vez obtida.

Como sistema de recompensa, há ainda “pernas de frango” que o utilizador ganha ao fazer o tutorial e ao jogar, e que depois pode utilizar para comprar roupas e acessórios para o Spot,

ou para comprar uma vida extra, aquando da perda das três vidas. Foram escolhidas “pernas de frango” como alternativa ao uso habitual de moedas, em jogos lúdicos, uma vez que as “pernas de frango” podem ser associadas a alimento para o Spot. Efetivamente começou por se usar moedas, mas sentiu-se que as “pernas de frango” seriam uma melhor forma de conectar os utilizadores com o Spot, tentando transmitir a ideia de que, ao gastarem-se estas “pernas de frango” está a alimentar-se o Spot. Alguns *mockups* do jogo estão representados na Figura 4.6.



Figura 4.6 - Exemplo de *mockups* da mecânica do jogo do protótipo

De modo a motivar o utilizador a jogar haverá missões, que serão baseadas nos vários jogos, e ainda missões especiais quinzenais, que visam promover a realização do autoexame em apenas uma parte do corpo, completando o corpo inteiro a cada três meses, ou seja, o intervalo recomendado para realizar o autoexame da pele. Esta missão pretende facilitar o processo de autoexame, espalhando a tarefa ao longo do tempo, de modo a tornar menos tedioso este processo. Para além disso, como forma de ludificação, serão oferecidas “pernas de frango” sempre que se completar estas missões.

#### 4.4 Linha da Experiência do Utilizador

Nesta linha é onde estão pensados os menus e restantes páginas que permitem ao utilizador navegar pela aplicação. O menu inicial pode levar o utilizador para qualquer secção da aplicação, havendo também sempre uma forma de voltar ao menu inicial. Para tentar materializar o

progresso do utilizador, existe uma página de crachás, que se ganham à medida que se passa por várias etapas, como por exemplo, completar o tutorial, realizar pela primeira vez o autoexame, entre outros. Esta funcionalidade tem ainda como objetivo motivar o utilizador para continuar a jogar. Tal como já foi referido, há uma loja onde o utilizador pode gastar “pernas de frango” para comprar roupa ou acessórios para o Spot. E ainda, toda a secção do autoexame da pele está pensada para facilitar a realização do mesmo ao utilizador. Existe um avatar onde se podem adicionar sinais, em zonas semelhantes à realidade do utilizador e ainda tirar fotos e comparar a evolução ao longo do tempo. Alguns exemplos de *mockups* destas secções são apresentados na Figura 4.7.

Numa outra perspetiva da experiência do utilizador, temos mais uma vez a mecânica de reposta dos vários jogos, já referida na linha da jogabilidade. Será também importante referir esta mecânica nesta linha, uma vez que afeta de forma tão direta a experiência do utilizador, mas fazendo também parte da jogabilidade, demonstrando-se a interligação entre as várias linhas do Framework. O uso de gestos da mão fechada e de apontar tornam o jogo muito mais fluído quando comparado com o uso de botões no ecrã.



Figura 4.7 - Exemplo de *mockups* da interface do protótipo

## 4.5 Linha da Tecnologia

A linha da tecnologia é a que é menos visível aos olhos do utilizador. Esta aplicação foi desenvolvida usando o ambiente de desenvolvimento integrado do *Unity*. Para a RA foi usada a biblioteca *AR Foundation* do *Unity*, que permitiu o desenvolvimento simultâneo da RA para *smartphones Android*, através do kit de desenvolvimento *ARCore* e para *smartphones iOS*,



através do kit de desenvolvimento do *ARKit*. Para a localização da mão e o reconhecimento de gestos usou-se o SDK do *ManoMotion*, que é suportado pelo *Unity*, no desenvolvimento de aplicações *Android* e *iOS*.

A desvantagem de usar RA será, sem dúvida, a limitação de suporte de dispositivos. Quanto a *smartphones Android*, existe suporte apenas para dispositivos com *Android 7.0* ou superior, e, para além disso, têm de ter suporte direto do *ARCore*, ou seja, o *smartphone* terá de ter acesso a uma aplicação chamada “Serviços Google Play para RA”, o que apenas é possível nos modelos de *smartphone* presentes na lista de dispositivos com suporte *ARCore* (<https://developers.google.com/ar/devices>). No caso de dispositivos *iOS*, o *ARKit* requer no mínimo *iOS 11.0* ou superior e ainda um dispositivo com um processador *A9* ou superior ([https://developer.apple.com/documentation/arkit/verifying\\_device\\_support\\_and\\_user\\_permission](https://developer.apple.com/documentation/arkit/verifying_device_support_and_user_permission)). Quanto ao SDK do *ManoMotion*, existe também uma lista de referência de hardware mínimo, mas parece não haver maiores restrições de suporte, uma vez que o protótipo implementado foi usado em modelos que não estavam referidos nesta lista. Na Figura 4.8 apresenta-se um esquema representativo da tecnologia escolhida para a implementação do protótipo.



Figura 4.8 - Esquema representativo da tecnologia usada na implementação do protótipo

# Capítulo 5

## Implementação

Neste capítulo é feita uma descrição técnica e detalhada da implementação do jogo. Esta inclui a recolha de imagens dermatoscópicas e o seu processamento, e a implementação após essa recolha.

### 5.1 Recolha de Imagens Dermatoscópicas

O objetivo desta fase de trabalho era gerar um conjunto de imagens de nevos com um fundo transparente, de modo a serem usados de forma mais realista pela RA no jogo. Para isto, foi iniciada a procura de bases de dados, de livre acesso, que disponibilizassem imagens dermatoscópicas, as respetivas segmentações, preferencialmente produzidas por médicos especialistas, e ainda, se possível, informação sobre a regra do ABCD(E) e a classificação de típico/atípico (para que possa ser implementado nos vários jogos, descritos no Capítulo 4).

#### 5.1.1. ISIC Archive

Foi encontrada, inicialmente, *The International Skin Imaging Collaboration (ISIC) Archive* [57], que é uma base de dados global de imagens dermatoscópicas. Esta engloba a colaboração de várias associações e universidades, assim como grupos de trabalho especializado, que reúnem informação médica sobre cada imagem, de modo a facilitar o uso de imagens digitais em aplicações que ajudem na redução da mortalidade do melanoma.

No website do *ISIC Archive* está também disponibilizado, de livre acesso após criação de uma conta gratuita, um API que possibilita o download de grandes quantidades de imagem e a respetiva informação. É possível usar este API apenas através de linguagem de programação de *Python* ou *R*. Na documentação do API é disponibilizado um módulo, onde estão definidos os métodos de ligação ao API, assim como os métodos de obtenção do conteúdo disponibilizado.

Exemplos de formas de utilização deste módulo estão também descritas na página de documentação do API. As funções mais relevantes para este trabalho são a autenticação com nome de utilizador e palavra-passe, a obtenção de listas de imagens, a obtenção de metadados relativos às imagens, o download de imagens, a obtenção de listas de segmentações e o download de máscaras de segmentação.

No presente momento, estão disponíveis um total de 69445 imagens dermatoscópicas, mas nem todas têm uma segmentação associada.

Os metadados fornecem informação clínica, como a idade e sexo dos doentes, e ainda informação relativa às lesões, como a sua localização e diagnóstico. No entanto a informação fornecida não abrange a informação necessária à implementação dos jogos, tal como referido no início deste capítulo.

Para utilizar este API usou-se a versão de *Python* 3.8.5, num IDE de *Spyder* versão 5.0.3, baseado num sistema operativo de *Ubuntu* 20.04.2 LTS, com a versão de *GNOME* 3.36.8.

Para o módulo disponibilizado era apenas usada a biblioteca *requests*. No entanto, criaram-se funções que permitissem obter de forma mais simples a informação necessária, pelo que se usaram as bibliotecas *io*, *os* e *PIL.Image*.

De modo a obter imagens de sinais com um fundo transparente, começou por se recolher uma lista de imagens que tivessem uma segmentação associada. Obteve-se uma lista com cerca de 14 mil imagens dermatoscópicas. Para o processamento das imagens, foram ainda usadas as bibliotecas *numpy* e *PIL.ImageFilter*. Individualmente, obtiveram-se as imagens e as respetivas segmentações em formato *PIL.Image*. À segmentação foi aplicado um filtro gaussiano com raio igual a 30, de modo a tornar os bordos suaves, dando à imagem final um ar mais realista, que se irá fundir com a pele da mão do utilizador. Por fim, a segmentação foi adicionada ao canal *alpha* da imagem, conferindo assim a transparência. Todo o código está disponível nos anexos desta dissertação (Anexo 2).

De modo a serem usadas estas imagens, criou-se um Excel manualmente, com informação sobre os vários aspetos necessários à implementação dos jogos. Foi usada uma classificação binária, sendo 0 não presente e 1 presente, para indicar a presença dos vários critérios ABCD. A classificação destes critérios não foi realizada por nenhum especialista, pelo que não era a melhor solução possível. Para além disso, foram apenas analisadas uma pequena porção das imagens disponíveis. Deste modo, esta base de dados foi apenas usada numa fase inicial da implementação, muito antes de chegar aos testes de usabilidade. Deixou-se esta solução de parte também por, mais tarde, se ter encontrado uma segunda base de dados, que trazia já uma grande parte da informação necessária gerada por médicos especialistas.

### 5.1.2. PH<sup>2</sup> Database

A base de dados PH2 foi disponibilizada pelo projeto *Automatic computer-based Diagnosis system for Dermoscopy Images* (ADDI Project), realizado por uma equipa multidisciplinar com

médicos do Hospital Pedro Hispano e investigadores, da área da engenharia e matemática, da Universidade do Porto, da Universidade de Aveiro e do Instituto Superior Técnico de Lisboa. Esta base de dados tem 200 imagens (imagens de cor 8-bit RGB, com resolução de 768x560 pixels) dermatoscópicas, obtidas no serviço de dermatologia do Hospital Pedro Hispano e com anotações médicas, realizadas por um dermatologista especialista, que contém o diagnóstico clínico, máscaras de segmentação da lesão, máscaras de segmentação de cor, assimetria, rede pigmentar, glóbulos/pontos, estrias, área de regressão, véu azul-esbranquiçado e cores. Nestes parâmetros não está incluído o critério de bordo irregular, mas existem os critérios de assimetria, cor e ainda diagnóstico clínico, que contém a classificação de nevo normal, nevo atípico e melanoma.

Após ser obtida a base de dados completa, disponível para download no site do projeto, repetiu-se o processo de processamento das imagens, para obter imagens de sinais com fundo transparente. Mais uma vez, foi usada usou-se a versão de *Python* 3.8.5, num IDE de *Spyder* versão 5.0.3, baseado num sistema operativo de *Ubuntu* 20.04.2 LTS, com a versão de *GNOME* 3.36.8. Criou-se um script que usou as bibliotecas *pandas*, *matplotlib.pyplot*, *matplotlib.image*, *PIL.Image*, *PIL.ImageFilter* e *numpy*. Começou-se por, manualmente, remover a legenda do Excel com os metadados, de modo a tornar a leitura do mesmo mais simples. Leu-se o Excel através da biblioteca *pandas*, e ordenaram-se os dados por ordem alfabética dos nomes das imagens. Inicializou-se um dicionário com o nome das imagens, e os critérios pretendidos (A [assimetria], B [bordo], C [cor], D [diâmetro] e NA [normal/atípico]). Individualmente, leu-se cada imagem, mostrou-se a imagem na consola do *Spyder*, de modo a verificar a presença de pelos na imagem dermatoscópica. Caso apresentasse pelos, escrevia-se “y” na consola e, caso não tivesse, escrevia-se “n”, que, através da função *input*, era decidido acrescentar, ou não, essa imagem à lista final. O objetivo era não acrescentar à lista final as imagens com pelos, para não provocar sensações demasiado negativas nos utilizadores (Figura 5.1).

```
In [2]: runfile('/home/pedro/Documents/PH2Dataset/script.py', wdir='/home/pedro/Documents/PH2Dataset')
IMD392 - 0
0
100
200
300
400
500
0 100 200 300 400 500 600 700
Does it have hair?
n
Pigment Network - T; Dots/Globules - AT; Streaks - A; Regression Areas - A; Blue-Whitish Veil - A
Border?
1
```



Figura 5.1 - Exemplo do processo de seleção e classificação de imagens dermatoscópicas implementado

No caso de imagens sem pelos, seguia-se para a leitura da segmentação. Era aplicada à segmentação um filtro gaussiano com raio de 10 e, depois, esta era adicionada ao canal *alpha* da imagem, gerando-se assim a imagem com fundo transparente. Era ainda adicionado ao dicionário os vários critérios. A assimetria foi retirada dos metadados, que podia ser 0 (completamente simétrico), 1 (simétrico em 1 eixo) e 2 (completamente assimétrico), mas ao dicionário foi usada a classificação binária de 0, que corresponde ao 0 dos metadados, e 1, que corresponde ao 1 e 2 dos metadados. Para se obter o bordo, usou-se novamente a função *input*, para que pudesse ser indicado a presença deste critério. Este critério não foi analisado por médicos especialistas. Quanto à cor, nos metadados eram identificadas individualmente várias cores, pelo que, somaram-se as várias cores, e, usando a classificação binária para o dicionário, foi considerado que a presença de apenas uma cor seria 0 (não há múltiplas cores) e seria 1 sempre que havia mais do que uma cor presente. No caso da dimensão, foi apenas “medido” o tamanho do sinal na imagem, ou seja, tendo em conta que todas as imagens da base de dados têm a mesma resolução, mediu-se o tamanho máximo, no eixo vertical ou horizontal, da segmentação. Assim, foi colocado no dicionário o tamanho em pixels de cada sinal, permitindo obter um tamanho relativo que poderá então ser usado pela RA. Pode, no entanto, ainda ser referido que as recolhas das imagens desta base de dados foram realizadas nas mesmas condições, usando um Tuebinger Mole Analyzer com magnificação de 20x, o que reforça o funcionamento desta medição relativa. Por último, o diagnóstico clínico foi usado para classificar o sinal/nevo como normal ou atípico, sendo que a classificação de nevo normal foi considerada 0 para o dicionário, e a classificação de nevo atípico ou de melanoma foi considerada 1 para o dicionário. Quando todas as imagens tivessem sido vistas, o dicionário era escrito para um novo ficheiro CSV.

Assim, de um total de 200 imagens processaram-se 148, que apesar de ser um número relativamente limitante para uso recorrente do jogo, é o suficiente para a implementação deste primeiro protótipo. O código usado está disponível nos anexos desta dissertação (Anexo 3)

## 5.2 Implementação do jogo

Para a implementação do jogo foi instalada a versão 2020.3.10f1 licença pessoal do *Unity* IDE, através da aplicação *Unity Hub*, baseada num sistema operativo de *Ubuntu 20.04.2 LTS*, com a versão de *GNOME 3.36.8*. Foi também instalado o suporte de desenvolvimento em *Android*. Após a instalação, criou-se um novo projeto, com um *template 3D*. Começou por se instalar os módulos *AR Foundation* e *ARCore XR Plugin*, através do *Package Manager*, tendo sido usada a versão 4.1.7 de ambos os módulos (Figura 5.2).

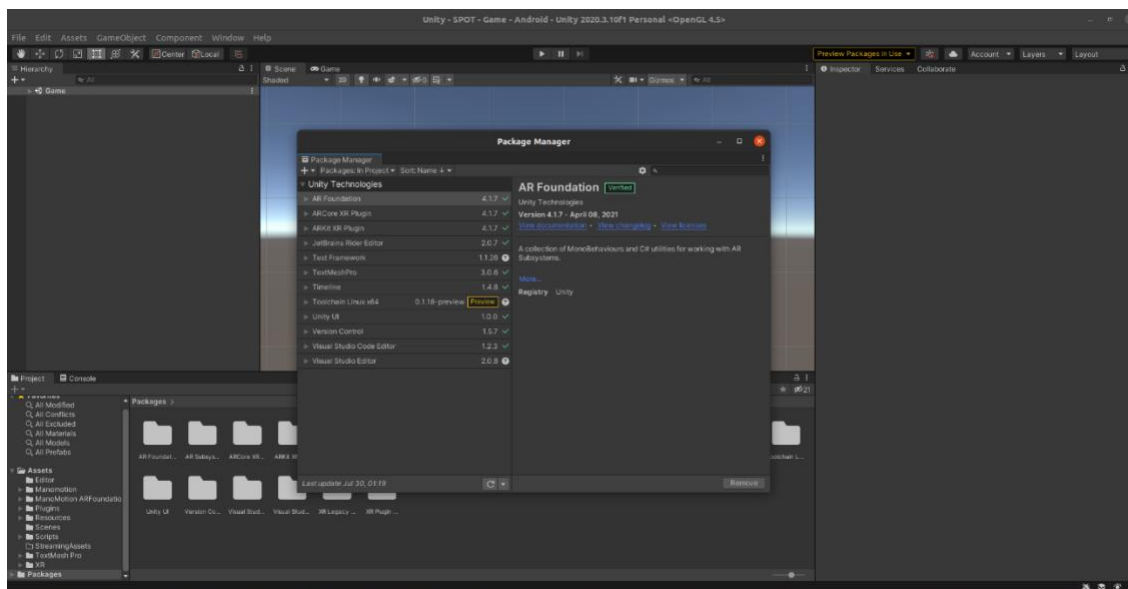


Figura 5.2 - Módulos usados no projeto Unity - Package Manager

O passo seguinte foi mudar a plataforma de desenvolvimento, através do *Build Settings*, escolhendo-se o *Android* (Figura 5.3).

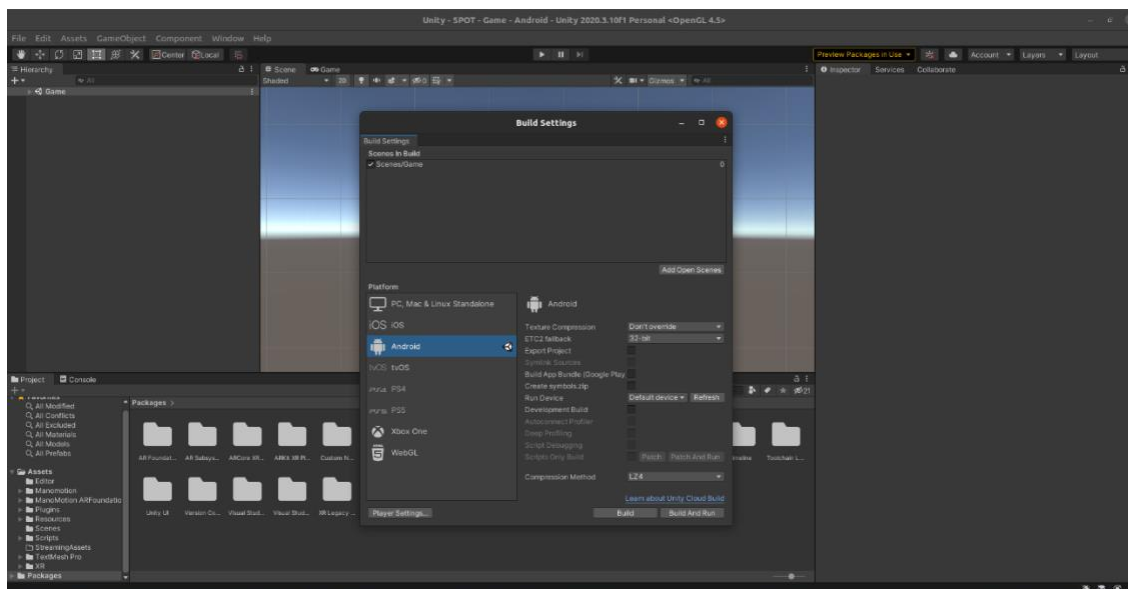


Figura 5.3 - Mudança de plataforma de desenvolvimento - Build Settings

Um último passo para se poder começar a desenvolver o protótipo, passou por ir às definições do Projeto (*Project Settings*), e selecionar *Auto Graphics API*, na secção de outras definições do *Player* e também selecionar *ARCore* na secção *XR Plug-in Management* (Figura 5.4).

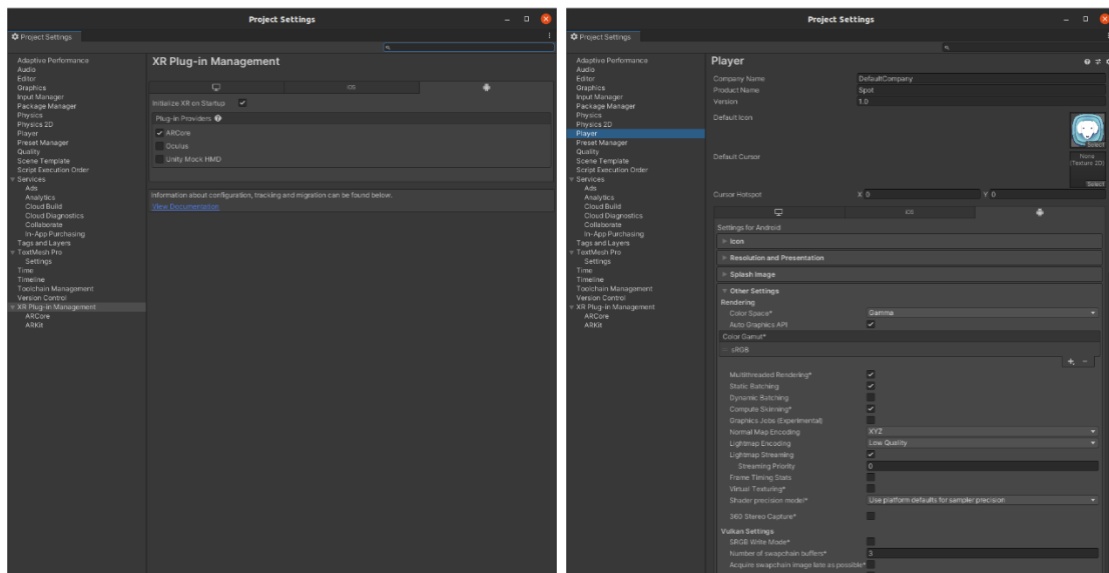


Figura 5.4 - Seleção de parâmetros essenciais ao funcionamento da realidade aumentada em *Unity - Project Settings*

Para se conseguir usar a RA não seria necessário alterar mais nenhuma definição. Mas o SDK do *ManoMotion* tinha de ser importado. Foi necessário descarregar o ficheiro disponível no site do *ManoMotion*, após a autenticação. De seguida foi só importar esse ficheiro através da função *Import Custom Package*, disponível na secção *Assets* da barra de ferramentas superior.

Criou-se uma nova cena, na qual se começou por eliminar o objeto *Main Camera* e inserir os objetos necessários ao uso da *AR Foundation*, mantendo-se o objeto *Directional Light*. Como alguns destes objetos já são pré-feitos, bastou inserir um *AR Session Origin*, que traz automaticamente como filho o objeto *AR Camera*, um *AR Session* e ainda um *AR Default Plane*. O objeto *AR Default Plane* foi arrastado para a secção *Plane Prefab* do script *AR Plane manager (Script)* do objeto *AR Session Origin*, onde também se desativou a deteção de planos, colocando “*Nothing*” na secção *Detection Mode*.

Para se conseguir usar o SDK do *ManoMotion*, foi adicionado à cena um objeto pré-feito chamado *ARManoMotionManager*, disponível na pasta *ManoMotion* gerada aquando da importação deste pacote. Foi necessário arrastar o objeto *AR Camera* para duas secções de dois scripts diferentes que estão associados ao objeto *ARManoMotionManager*, sendo estas secções a *Cam* do script *Mano Utils (Script)* e a *Ar Camera Background* do script *Input Manager Ar Foundation (Script)* (Figura 5.5).

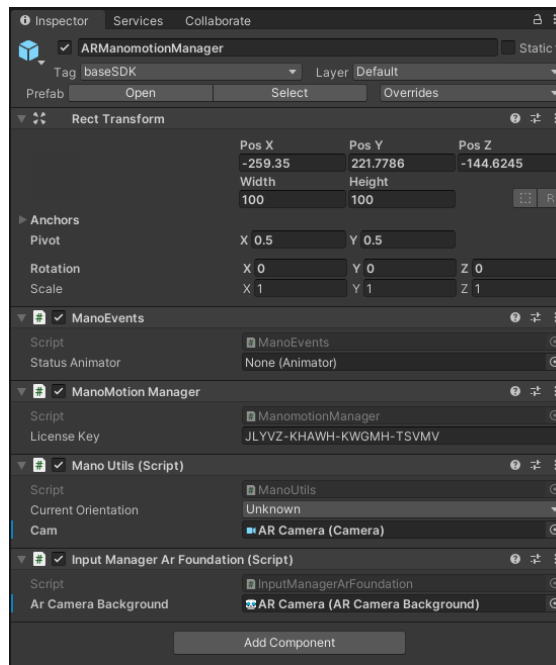


Figura 5.5 - Adição da câmara de RA no *ARManoMotionManager*

Para se conseguir usar o SDK do *ManoMotion* teve de se usar apenas uma cena, uma vez que, sempre que se mudava de cena e tentava usar as funções do *ManoMotion* uma segunda vez, estas simplesmente não recomeçavam, impedindo o normal funcionamento da mecânica do jogo. De modo a serem criados diferentes menus e páginas, que normalmente é feito através de ligações entre cenas diferentes, foram antes criados objetos que contêm os objetos necessários a cada página, ativando e desativando cada objeto sempre que necessário (Figura 5.6).

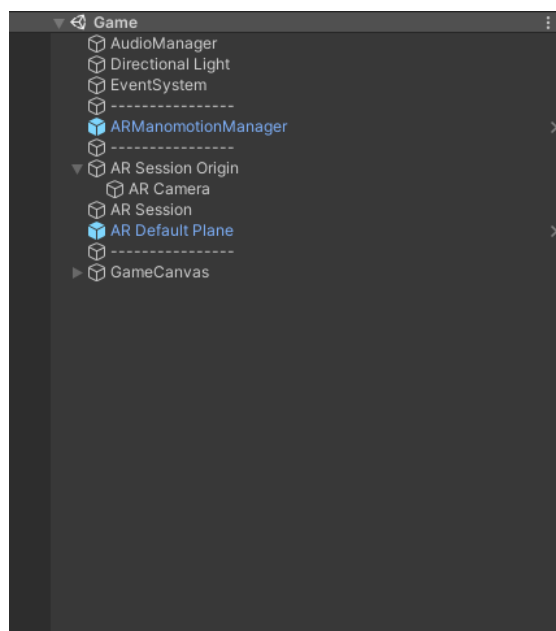


Figura 5.6 - Listagem de objetos do projeto Unity



Para se desenvolver a mecânica do jogo, criou-se um objeto, ao qual se associou um script capaz de gerir toda a mecânica do jogo. Neste script foram usadas as bibliotecas *System.Collections.Generic*, *UnityEngine*, *UnityEngine.UI*, *System.Linq*, *System* e *TMPro*. Existe uma função de inicialização, onde são desativados todos os objetos correspondentes a todas as páginas que não o menu inicial, são inicializadas algumas variáveis internas e ainda é inicializado a recolha de dados do SDK do *ManoMotion*. Para o normal funcionamento do SDK é necessário usar a função de *update*, específica deste SDK, ou seja, a função *HandleManoMotionFrameUpdated*. No entanto, não é possível ativar e desativar objetos a partir desta função, por isso é necessário usar função de *update* do *Unity*. É na função *update* do *ManoMotion* que se obtém os vários dados de deteção da mão, desde simples avisos, como estar a ser detetada ou não uma mão na imagem da câmara, até informação sobre a localização do centro da palma da mão e qual o gesto da mão. À deteção das coordenadas da palma da mão foi aplicado um filtro de média, de forma a se conseguir estabilizar os sinais gerados pela RA, que irão ser gerados nestas coordenadas. Foram ainda usados os dados de profundidade da mão, também dados pelo SDK, para tornar responsivo o tamanho do sinal em relação à mão.

As várias imagens e o ficheiro CSV gerados foram associados, como *GameObjects*, ao script do objeto *Spot*. Esta é uma forma simples de conseguir-se mudar de sinais ao longo do jogo, uma vez que a ordem das imagens está associada à ordem dos dados do ficheiro CSV, bastando assim criar uma variável local, à qual se chamou *spotNumber*, que aumenta sempre que o utilizador faz uma classificação. Este número reinicia caso o utilizador passe por todas as imagens disponíveis, sendo que vai a ordem será sempre a mesma, apenas por uma questão de simplificação de implementação. O objetivo para o futuro é obviamente que a ordem seja aleatória, mas tendo em conta o tipo de avaliação a ser realizada neste protótipo, decidiu-se não adicionar a aleatoriedade, até porque um jogador, nesta fase de desenvolvimento não iria conseguir ver todos os sinais disponíveis.

Quanto à mecânica de classificação dos sinais, é usada a capacidade de deteção de gestos do SDK, na qual se for feito o gesto de mão fechada, o utilizador estará a escolher a resposta “Não”, e se for feito o gesto de apontar, o utilizador estará a escolher a resposta “Sim”. Esta escolha é comparada com os dados do sinal gerado, dando o feedback correspondente, por exemplo, caso o utilizador escolha “Não” e os dados indicam 0, então será dado um feedback positivo. Esta mecânica de comparação binária aplica-se aos jogos A, B, C e Atípico. No caso específico do jogo da dimensão, esta comparação é feita, verificando se o tamanho, em pixels, do sinal é superior ou inferior a 350.

A mecânica do jogo ABCD é ligeiramente diferente, não dependendo de gestos para se responder, mas sim de vários botões que correspondem a cada letra dos critérios ABCD. Neste caso, não havia disponíveis reconhecimento de gestos diferentes para se conseguir implementar a deteção de gestos para o registo de respostas. Podia-se ter usado essa mecânica sequencialmente, ou seja, perguntar cada letra ABCD sequencialmente com o reconhecimento

dos gestos já usados nos outros jogos. No entanto, usar esta opção tornaria o jogo muito pouco fluído, e o conceito de permitir ao utilizador ter todo o tempo que precisasse para avaliar os quatro parâmetros ao mesmo tempo, deixaria de ser possível. Esta foi então a principal razão de se optar pelo uso de botões no ecrã para este jogo. A mecânica de comparação da escolha do utilizador com os dados do sinal é, na verdade, bastante semelhante à dos restantes jogos. É pedido ao utilizador que selecione as letras, cujos critérios estão presentes no sinal, logo, se, por exemplo, o utilizador selecionar a letra A e os dados indicarem 1, então esse botão terá um feedback positivo. Cada botão terá o seu feedback, mas caso se acerte todas as letras é dado feedback positivo extra, enquanto que se se errar alguma das letras será dado um feedback geral negativo. Existe ainda um gesto base, que é o gesto de mão aberta, que terá de ser feito sempre que se quiser gerar um novo sinal, ou seja, o utilizador poderá manter uma das posições de classificação para ter mais tempo de observar o feedback de resposta.

Existem vários tipos de feedback de resposta à classificação de um sinal. Os símbolos da posição da mão, ou os botões das letras ficam verdes quando o utilizador acertou na resposta e vermelhos quando erra. Aparece ainda um pequeno texto “Correto” ou “Oh Bolas”, quando se acerta ou erra, respetivamente. E ainda existe o feedback sonoro, que será o ladrar de um cão quando a resposta estiver correta e o ganir de um cão quando a resposta estiver errada. O som é controlado por um objeto, a que se chamou *AudioManager*, no qual estão associados scripts que usam a biblioteca *UnityEngine.Audio*. Dependendo se o utilizador está no momento de tutorial ou em jogo, há ainda outros sistemas de feedback. No caso do tutorial, o utilizador terá sempre de acertar em 5 sinais para passar à fase seguinte, tendo a indicação, de quantos sinais já acertou em cinco, no ecrã. No caso dos jogos, existe um sistema de 3 vidas, onde o utilizador perde uma vida sempre que erra na classificação. Para além disso, sempre que o utilizador acerta numa resposta aumenta, internamente, a pontuação, que aparecerá no fim de cada nível. Como forma de motivação são também oferecidas “pernas de frango” no fim de cada fase do tutorial, e no fim de cada nível. A pontuação de cada nível é calculada, consoante o número de vidas que o utilizador tem, sendo que cada vez que se acerta ganha-se 10 pontos vezes o número de vidas.

Com toda a mecânica definida e com todas as páginas da aplicação inseridas na cena como objetos, é preciso exportar o projeto para um APK. Este protótipo foi apenas exportado e testado na plataforma *Android*. Para exportar, basta abrir novamente as *Build Settings*, e clicar em *Build*. Isto irá então gerar um ficheiro APK que poderá ser transferido para qualquer *smartphone*, instalado e testado.

O projeto de *Unity* estará disponível no link disponibilizado nos anexos desta dissertação (Anexo 4).

# Capítulo 6

## Avaliação do Protótipo

Para avaliar o novo protótipo desenvolvido foram realizados testes de usabilidade. O principal objetivo destes testes era validar a funcionalidade e o design do protótipo.

### 6.1 Testes de Usabilidade

Procurou-se que os testes de usabilidade conseguissem comprovar a eficácia do protótipo desenvolvido, em resposta aos objetivos do trabalho.

Pretendeu-se avaliar a interface, tentando perceber a interação dos participantes com os vários elementos, de modo a compreender qualquer dificuldade sentida. A avaliação deste aspeto também tem a intenção de promover uma nova iteração do protótipo, para o trabalho futuro, tal como sugere o *framework* DPE, em que é necessário sempre o feedback dos utilizadores para se conseguir melhorar a aplicação.

Outro aspeto a ser avaliado foi o funcionamento das mecânicas do jogo, tentando compreender o quão intuitivas são as interações do jogo e ainda como é que os utilizadores respondem face aos vários estímulos e sistemas de feedback. Mais uma vez é sempre possível retirar informação útil para o aperfeiçoamento da aplicação numa próxima iteração do protótipo.

Como parte integrante dos objetivos do trabalho e ainda como forma de reforço da prova de conceito deste trabalho, um dos aspetos mais importantes a ser avaliado é a influência nos conhecimentos e atitudes dos participantes, assim como a sensibilização promovida, que poderá induzir mudanças comportamentais positivas.

#### 6.1.1. Método

Antes de começar a realização de qualquer teste, pediu-se aos participantes para assinarem um consentimento informado, para informar sobre os vários dados a serem recolhidos no decorrer do teste, assim como explicar brevemente o trabalho e o procedimento a ser realizado. Este consentimento encontra-se disponível nos anexos desta dissertação (Anexo 5).

Cada teste era composto por dois momentos diferentes: o primeiro momento seria no dia da realização das tarefas e o segundo momento seria realizado uma semana depois. Ambos os formulários usados estão disponíveis nos anexos desta dissertação (Anexo 6 e Anexo 7).

O primeiro momento era iniciado com o preenchimento de um formulário. Dados como o nome e o endereço de email foram recolhidos apenas por questões logísticas, com o objetivo de contactar os participantes para o segundo momento do teste. Alguns dados como a idade, género, escolaridade e área de trabalho foram recolhidos com o objetivo de caracterizar a população de estudo. Foi também questionado sobre a realização do autoexame da pele, perguntando a data da última realização a quem já o tinha feito alguma vez e perguntando qual a razão de não ter realizado aos restantes participantes. Foi incluída uma métrica de autoeficácia do autoexame da pele, adaptada para português a partir de *Bergeron et al.* [20], que inclui apenas 5 perguntas, que permitem medir a autoeficácia, isto é, a confiança que cada um tem de que é capaz de realizar uma determinada tarefa, de cada participante relativamente à realização do autoexame da pele. Foi ainda colocado um grupo de questões sobre o uso do *smartphone* e da frequência com que costumam jogar jogos de entretenimento.

Seguidamente, foi proposta, a cada participante, a realização de várias tarefas. Pediu-se aos participantes para usar o método *Think Aloud* [55], ou seja, era pedido que explicassem em voz alta o que estavam a pensar. Durante a realização das tarefas foram tomadas notas de qualquer sugestão, erro ou dúvida que o participante tivesse, mas também foi gravada a voz do participante, para que todos esses aspetos pudessem ser novamente analisados mais tarde. Para começar as tarefas, era dado acesso ao jogo aos participantes e pedia-se para iniciarem e completarem o tutorial. Depois, era pedido para que jogasse qualquer nível e que só parasse quando perdesse as três vidas. Após a perda das vidas, pedia-se que se reiniciasse esse nível e que, em vez de jogar novamente o nível, se voltasse ao menu inicial. Daqui era só pedido para se escolher um nível específico, desde que não o mesmo que o participante tinha escolhido inicialmente. Avisava-se os participantes que as tarefas já tinham sido completadas, mas, caso quisessem, poderiam continuar a explorar o jogo. Quando o participante decidisse parar de jogar e estivesse pronto para continuar, era parada a gravação sonora.

Os participantes continuavam com o preenchimento do formulário, onde teriam de responder a perguntas mais direcionadas ao jogo. Uma das perguntas de maior interesse era o que se sentia com a RA, uma vez que demonstrou ser algo relevante no trabalho preliminar. Em formato de resposta aberta era questionado sobre o que é tornaria a aplicação mais interessante, de modo a poder recolher sugestões para serem consideradas para iterações futuras do jogo, mas também como forma de validação da conceptualização que não foi implementada neste protótipo. Por último era aplicada uma outra métrica, desenvolvida

especificamente para ser capaz de avaliar a qualidade de aplicações móveis ligadas à saúde, intitulada de *Mobile App Rating Scale (MARS)* [58]. Esta métrica permite uma avaliação por secções, como o envolvimento, funcionalidade, estética e informação, devolvendo uma pontuação média de qualidade, e ainda uma secção de pontuação média de qualidade subjetiva. Uma última secção da métrica, que visa perceber o impacto da aplicação nos conhecimentos, atitudes e intenções do utilizador, assim como a probabilidade de mudança comportamental, pode ainda ser aplicada. Embora todas as perguntas e escalas de resposta estejam disponíveis apenas em inglês, procedeu-se à tradução das perguntas e escalas de resposta. Esta tradução poderá acrescentar alguma incerteza, aquando da comparação de resultados com outras aplicações, apesar de esta métrica já ter sido validada noutros contextos. Para além disto, é referido ter sido usado pelo menos uma população de 41 pessoas em cada medição com a métrica MARS, pelo que, poderá ser também um fator limitante na formulação de conclusões.

Uma semana após o primeiro momento, foi enviado um email aos participantes, onde era enviada uma cópia do consentimento informado e se solicitava o preenchimento de um último formulário. Aqui eram novamente perguntados o nome e o email, apenas para poder cruzar as respostas dos vários participantes, nos dois momentos. Perguntava-se ainda se houve curiosidade de procurar mais informação sobre a temática e se, nesse intervalo de tempo, foi realizado o autoexame da pele, assim como a probabilidade de este ser realizado no mês seguinte. Por último era novamente aplicada a métrica de autoeficácia do autoexame da pele.

Este segundo momento teve o intuito de reconhecer uma evolução da autoeficácia de realização do autoexame da pele, promovida pelo jogo, e ainda obter indícios de mudança comportamental positiva em relação ao autoexame da pele.

### 6.1.2. Resultados

Foram realizados 30 testes de usabilidade. Dos 30 participantes, 60% eram do género feminino e 37% eram do género masculino. Um participante preferiu não responder a esta pergunta. Todos os participantes tinham idades compreendidas entre os 20 e os 39 anos. Contudo, a grande maioria (90%) tinha idade entre 20 e 25 anos, sendo que os restantes 3 participantes tinham idade entre 35 e 39 anos.

Quanto à escolaridade, 41% dos participantes tinha, como nível de escolaridade máximo, o Secundário, 48% tinha Licenciatura e 11% tinha Mestrado. Existia uma grande heterogeneidade relativamente à área de estudo/trabalho, apesar de 40% dos participantes estudar/trabalhar na área da saúde. Vários participantes tinham como área de estudo/trabalho engenharia informática, design gráfico, direito, fisioterapia, economia, entre outros. Esta variabilidade é muito positiva para os resultados, trazendo diferentes perspetivas e opiniões.

Relativamente à interação diária com o telemóvel, 57% dos participantes afirmar interagir mais do que 2 horas por dia, 27% diz interagir entre 1 e 2 horas, 7% interage entre 31 minutos

e 1 hora e 10% declara apenas interagir entre 16 e 30 minutos. Quanto à frequência com que os participantes jogam jogos, 37% refere que não costuma jogar, 23% joga menos de 6 vezes por semana, 27% joga pelo menos uma vez por dia e 13% afirma jogar todos os dias, várias vezes ao dia. Para além disto, 73% dos participantes já teve algum contacto com RA. A caracterização dos participantes deste estudo está resumida na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Caracterização geral da população de estudo

<b>Género (n)</b>	
Feminino	18
Masculino	11
Prefiro não responder	1
<b>Idade (média)</b>	23,6
<b>Escolaridade</b>	
Secundário	11
Licenciatura	13
Mestrado	3
<b>Número de Sinais</b>	
Mais de 50	11
Menos de 50	19
<b>Tempo de interação com o <i>smartphone</i></b>	
Menos de 15 minutos	0
Entre 16 e 30 minutos	3
Entre 31 minutos e 1 hora	2
Entre 1 e 2 horas	8
Mais do que 2 horas	17
<b>Frequência de jogo no <i>smartphone</i></b>	
Todos os dias, várias vezes ao dia	4
Pelo menos uma vez por dia	8
Menos de 6 vezes por semana	7
Não costumo jogar no meu telemóvel	11
<b>Contacto com RA</b>	
Sim	22
Não	8

Após a realização das tarefas, os participantes foram questionados sobre a usabilidade da aplicação (Figura 6.1). O resultado é bastante positivo, uma vez que 25 participantes concordaram ou concordaram totalmente que gostariam de jogar mais vezes; 27 participantes discordam ou discordam totalmente em considerar o jogo complexo, assim como 24 participantes concordaram ou concordaram totalmente que o jogo é fácil de se jogar; 27 participantes discordam ou discordam totalmente no facto de precisarem ajuda para jogar

novamente e ainda no facto de precisarem de aprender muito antes de poder jogar; e ainda 28 participantes concordaram ou concordaram totalmente que a maioria das pessoas aprenderiam o jogo rapidamente.

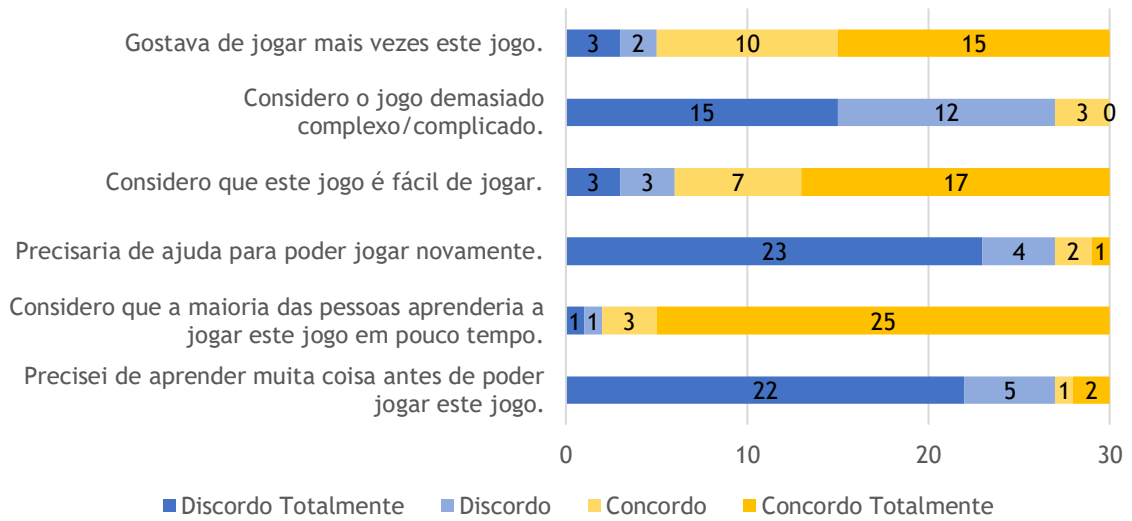


Figura 6.1 - Resultados sobre a usabilidade do protótipo

Foi ainda perguntado sobre o que cada participante sentiu durante a utilização da RA, ou seja, queria-se saber o que é que os participantes sentiam ao ver um sinal que não é seu na sua mão (Figura 6.2). Um pouco contrastante com o trabalho preliminar, apenas 4 participantes afirmam ter sentido estranheza ou preocupação e 70% dos participantes referem ter sentido interesse, curiosidade ou diversão. Verifica-se uma dominância de sensações positivas, ao contrário do verificado no trabalho preliminar, que indicava uma dominância de sensações negativas. Isto pode ser explicado pelo aumento da ludificação, do protótipo zero para o protótipo final.



Figura 6.2 - Sensações descritas após uso da realidade aumentada

Ao calcular o resultado da métrica MARS para os vários parâmetros definidos foi possível comparar este protótipo com a avaliação efetuada a outras aplicações da área da saúde [58]. Tendo em conta a escala, que varia entre 1 e 5, os resultados da avaliação deste protótipo sugerem ser uma aplicação muito promissora. Todos os parâmetros avaliados são superiores ao valor médio da escala, ou seja, estão todos acima de 3. No entanto, é através da comparação com as restantes aplicações que se pode deduzir sobre a validade deste protótipo, assim como do seu conceito e funcionalidade. Ao analisarmos a Tabela 6.2, podemos verificar que no parâmetro de entretenimento este protótipo é o 12º mais bem pontuado; em funcionalidade é o 17º mais bem pontuado; em aspeto é o 7º; em informação é o 6º; tendo em conta estes vários parâmetros já referidos, este protótipo é o 8º em qualidade média da aplicação; e em qualidade subjetiva média é o 7º mais bem pontuado. Tendo em conta a evolução do protótipo e o facto de que as pontuações das restantes aplicações são referentes a versões já publicadas em lojas, pode inferir-se que este trabalho tem um grande potencial de vir a ser publicado em lojas de aplicações e ter um efeito muito positivo na mudança comportamental dos utilizadores. A última secção desta métrica também sugere que esta mudança comportamental é muito provável, tendo obtido uma pontuação de 4,77 (entre 1 e 5) na probabilidade de sensibilizar as pessoas quanto à importância do autoexame da pele; uma pontuação de 4,73 na probabilidade de aumentar os conhecimentos sobre o que procurar durante o autoexame da pele; uma pontuação de 4,30 na probabilidade de indução de uma mudança de atitude perante o autoexame da pele; uma pontuação de 4,47 na probabilidade de motivação à realização do autoexame da pele; e uma pontuação de 4,40 na probabilidade de o uso desta aplicação aumentar a frequência de realização do autoexame da pele.

Tabela 6.2 - Comparação dos resultados da métrica MARS

Nome	Entreteni mento	Funcionali dade	Aspeto	Informação	Qualidade Média	Qualidade Subjetiva Média
Breathe Daily	2,90	4,25	3,00	3,92	3,52	2,38
Meditation Seconds Lite	3,80	3,88	4,50	4,04	4,05	3,00
Interpersonal Dynamics	2,70	4,75	3,50	4,65	3,90	2,50
We Breathe	4,30	4,25	3,17	3,75	3,87	2,38
Everyday Heal with Acupressure	3,70	3,75	3,83	4,08	3,84	2,50
Personal Remedies	2,90	3,50	3,17	3,75	3,33	2,63
Sleep Easily	2,30	4,75	2,33	3,58	3,24	1,88
iThoughtjournal	2,70	4,38	2,83	3,00	3,23	2,00
iPhoria Nature's Music	2,60	4,13	3,83	2,08	3,16	2,63
<b>Protótipo SPOT</b>	<b>3,88</b>	<b>4,40</b>	<b>4,49</b>	<b>4,36</b>	<b>4,28</b>	<b>3,32</b>
Headspace	4,30	4,50	4,83	4,33	4,49	4,25
Momentum Challenge	4,60	4,75	3,83	4,60	4,45	3,25
NIVEA pure and natural	3,90	4,75	4,67	4,30	4,40	3,00
In Flow-- Mood and Emotion	4,20	4,75	4,83	3,46	4,31	3,50
Smiling Mind	3,90	4,50	4,50	4,32	4,30	3,75
Brainy App	4,40	4,50	3,83	4,42	4,29	4,13



PTSD Coach	3,60	4,63	4,33	4,58	4,29	3,88
Healing Time	3,30	4,63	4,17	3,83	3,98	2,38
Moodlytics-- The Smart Mood Tracker	3,90	4,25	4,00	3,75	3,97	3,00
Bloom	3,90	4,38	4,33	3,23	3,96	2,75
Humana fit	4,20	3,50	4,17	3,75	3,90	3,00
Kissy Project	2,80	4,75	3,67	4,20	3,85	3,13
Hot Body Yoga	3,00	4,25	3,83	4,00	3,77	2,50
Total Awake	3,90	3,00	4,00	3,58	3,62	2,00
Nursing Psychiatric Drugs	2,10	4,38	3,50	4,38	3,59	4,00
Free Your Mind Hypnosis	2,90	4,38	4,33	2,70	3,58	2,00
Tactical Breather	2,20	4,50	3,50	3,97	3,54	1,88
Thirsty Fish	2,60	4,38	4,17	2,63	3,44	1,63
Deep Relaxation Silvia	2,00	4,38	3,17	4,20	3,44	2,25
Mindful Moments	2,90	4,00	3,00	3,80	3,43	1,50
Stop Stress Pro	3,10	3,88	3,17	3,40	3,39	2,38
Self Help	2,70	3,38	3,33	4,08	3,37	3,13
Conscious	3,00	3,50	3,33	3,60	3,36	2,25
Relax with Andrew Johnson	2,20	4,63	3,33	3,10	3,31	2,00
Get relaxed free - Personal Hypnosis Program	1,60	4,63	3,67	3,30	3,30	1,75
MyPsych	3,30	3,38	3,17	3,17	3,25	1,63
ASK and Prevent Suicide	1,50	4,50	3,00	3,80	3,20	2,38
EFT Clinic	1,60	4,13	3,50	3,58	3,20	1,50
Mindfulness TS	2,30	3,38	3,33	3,70	3,18	1,75
Sleep App Insomnia	2,30	3,75	4,50	2,00	3,14	1,63
Alpha Mind System	2,40	3,75	2,83	3,55	3,13	1,63
Depression Monitor	2,40	3,63	3,17	3,25	3,11	2,00
Gratitude Tree	2,70	4,00	2,67	3,00	3,09	2,13
Positive Me	1,80	4,38	3,17	3,00	3,09	1,63
Mindfulness Meditation-- Guided	1,80	4,38	3,17	2,80	3,04	1,38
Yoga Fitness Poses	2,00	3,38	2,67	4,00	3,01	1,75
Be and it will be	2,50	4,38	3,33	1,83	3,01	1,75
Psych Facts	2,10	3,88	2,83	3,20	3,00	1,88
Stress Release Hypnosis	1,70	4,50	3,00	2,60	2,95	1,25
Mental Workout	1,60	3,13	4,17	2,80	2,92	1,38
Animated Quick Reference GAD	1,90	3,75	3,33	2,48	2,87	1,25
20 Minute Deep Relaxing Sleep with Hypnosis	1,90	3,63	2,83	2,98	2,84	1,25
The Guru With You	2,20	3,25	3,00	2,83	2,82	1,25
Binaural Brain Game	2,90	3,25	2,67	2,37	2,80	2,13
Aggression Test	2,50	4,00	2,83	1,67	2,75	1,75
Won Diary	2,30	2,75	2,83	2,90	2,70	1,38
7 Second Meditation-- Daily mindfulness	1,60	4,38	2,00	2,70	2,67	1,38
Reaction Time by sleep--2--Peak	2,30	3,50	2,67	2,20	2,67	1,63
Divine Chants to overcome Fear, Anxiety and Depression	1,60	3,88	3,33	1,85	2,66	1,50
Art Helps Healing	1,50	2,38	2,83	2,17	2,22	1,25
<b>Posicionamento da aplicação SPOT na lista</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>

Relativamente aos parâmetros questionados em ambos os momentos dos testes, foi possível analisar estatisticamente uma evolução positiva das médias dos parâmetros. Usou-se o método ANOVA de factor único para todos os aspetos analisados onde se queria comprovar uma diferença de médias.

No caso da métrica de autoeficácia, foi aplicado o método referido [20], obtendo-se a pontuação final da métrica, por participante, em ambos os momentos dos testes. Do primeiro momento, antes de os participantes poderem jogar com o protótipo, para o segundo momento, uma semana depois de jogarem com o protótipo, existe um aumento, estatisticamente significativo ( $p < 0.001$ ), das médias das pontuações da métrica de autoeficácia. Pode-se visualizar esta diferença na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 - Resultados do método ANOVA de factor único aplicado à métrica de autoeficácia ( $p < 0,001$ )

	Pontuação de Autoeficácia, 1º momento	Pontuação de Autoeficácia, 2º momento
<b>Média</b>	1,45	1,97
<b>Variância</b>	0,34	0,26
<b>Desvio Padrão</b>	0,57	0,50

Quanto à realização do autoexame da pele, 50% dos participantes já tinha realizado o autoexame da pele alguma vez, antes de jogar o protótipo. Destes participantes, 10 tinham realizado o autoexame há menos de 3 meses. No entanto, 60% dos participantes que realizaram o autoexame, indicaram não conhecer o método ABCDE. No caso dos restantes participantes, que não tinham realizado o autoexame, 5 destes indicam que a principal razão para não o fazerem é o facto de nunca se lembrarem de o fazer, mas, mais uma vez, 4 destes não conheciam o método ABCDE. Outros 5 participantes afirmam que a principal razão de não realizarem o autoexame é o facto de não saberem como o realizar e ainda 2 dos participantes dizer ser o facto de não saberem o que procurar. Esta informação é concordante com a necessidade, já referida anteriormente, sobre o facto de que os jovens adultos portugueses, na sua grande maioria, não sabem a melhor forma de realizar o autoexame da pele.

Comparando isto com as respostas do segundo momento, houve 15 participantes que realizaram o autoexame no tempo de intervalo entre os dois momentos do teste. 60% destes participantes realizaram o autoexame da pele pela primeira vez. De toda a população de estudo, 60% dos participantes teve curiosidade de pesquisar mais informação sobre esta temática.

Perguntou-se, em ambos os momentos, sobre a probabilidade de realizar o autoexame no próximo mês, na qual se voltou a procurar uma diferença entre as médias de ambos os momentos. Mais uma vez, verifica-se um aumento estatisticamente significativo ( $p = 0,016$ ) entre a probabilidade média de realizar o autoexame no próximo mês, antes de jogar o

protótipo, e uma semana depois de o jogar (Tabela 6.4). Pode-se, novamente, induzir que este jogo contribui para uma mudança comportamental positiva.

Tabela 6.4 - Resultados do método ANOVA de factor único aplicado à probabilidade de realização do autoexame da pele no mês seguinte ( $p = 0,016$ )

	Probabilidade de realizar autoexame no próximo mês, momento 1	Probabilidade de realizar autoexame no próximo mês, momento 2
Média	2,63	3,47
Variância	1,90	1,50
Desvio Padrão	1,35	1,20

## 6.2 Conclusões

Os resultados dos testes de usabilidade do protótipo SPOT mostraram o grande potencial da aplicação, tendo esta sido considerada muito usável e intuitiva. Houve também uma grande evolução do protótipo 0 para o protótipo SPOT, tendo este sido um protótipo de alto nível que todos os participantes recomendariam a outros. As várias avaliações de mudança de comportamento também foram bastante positivas, podendo verificar indícios de que a aplicação SPOT pode melhorar a atitude dos seus utilizadores face à realização do autoexame da pele.

# Capítulo 7

## Conclusões e Trabalho Futuro

### 7.1 Conclusões

Foi feita uma prova de conceito, através de testes de usabilidade com o protótipo zero. Os resultados destes testes permitiram perceber que a realidade aumentada aparenta ter impacto relevante na sensibilização dos utilizadores. Muitos descreveram sentir estranheza ao verem um sinal que não é seu na sua mão, promovendo preocupação relativamente aos próprios sinais do utilizador.

Estes resultados preliminares, motivaram a fase de trabalho seguinte, na qual se conceptualizou um protótipo de mais alto nível, capaz de responder aos vários objetivos definidos. Mais uma vez, para avaliar o protótipo final foi desenhado um protocolo de testes de usabilidade, que foram realizados a 30 participantes. Estes testes visavam testar a funcionalidade e o design do protótipo, assim como procurar a sua capacidade de sensibilização relativa ao autoexame da pele e de evolução de conhecimentos e atitudes. Os resultados foram muito promissores, dos quais foi possível inferir um aumento estatisticamente significativo da autoeficácia do autoexame da pele e ainda um aumento estatisticamente significativo da probabilidade de realização do autoexame no mês seguinte. Para além disso, a métrica MARS mostrou também resultados muito positivos, colocando o protótipo SPOT em oitavo lugar na pontuação de qualidade média da aplicação e em sétimo lugar na pontuação de qualidade subjetiva média da aplicação, em relação a outras aplicações avaliadas com a mesma métrica. Outro resultado importante que aparenta mostrar uma mudança comportamental, é o facto de que, 60% dos participantes, que nunca antes tinham realizado o autoexame da pele, realizou o autoexame pela primeira vez após jogar com o protótipo SPOT, como aferido durante os testes de usabilidade.

Em suma, pode-se inferir o elevado potencial da realidade aumentada na sensibilização dos utilizadores quanto à importância de realização do autoexame da pele. Todos os resultados apresentados indicam que este conceito pode promover a mudança comportamental procurada,

concluindo-se que o protótipo SPOT consegue responder aos objetivos desta dissertação e que poderá contribuir para a redução da mortalidade do melanoma.

## 7.2 Trabalho Futuro

O primeiro passo a tomar será analisar com detalhe as sugestões dos participantes nos testes de usabilidade do protótipo final. Será necessário discutir e repensar partes da conceptualização para incluir estas sugestões no trabalho. Paralelamente, a implementação de outras secções já conceptualizadas, como, por exemplo, a loja, a página de informação, os desafios e a secção de autoexame, deveria ser realizada. Quando finalizada esta implementação, deverá ser criado um novo protocolo de testes de usabilidade e aplicá-lo a novos participantes. Caso a análise dos resultados seja promissora, e caso esse protótipo seja viável, poderá proceder-se à publicação do jogo em lojas como o Google Play ou a App Store da Apple. Através da publicação do jogo, será possível obter informação estatística de uso, que poderá ser útil para novas iterações do trabalho, que podem ser republicadas nas lojas como versões superiores. Poderá ainda ser feito um estudo mais aprofundado, através dos testes de usabilidade, ou até já através de uma versão publicada da aplicação, onde se faça uma avaliação do impacto da aplicação, a longo prazo, nos conhecimentos e mudança comportamental dos utilizadores. Poderiam ser feitos questionários com prazos mais alongados, por exemplo até um ano do primeiro uso, para se conseguir efetivamente passar de uma avaliação do potencial, como a que foi descrita nesta dissertação, para conclusões objetivas que definam o real potencial da aplicação.

Poderão também ser pensados conceitos semelhantes que promovam o ensino e a prática de outros autoexames recomendados pela Direção-Geral da Saúde.

## Referências

- [1] Unidade de Prevenção de Cancro do Ipatimup, “Cancer Prevention,” *Ipatimup*. <https://www.ipatimup.pt/Site/OrgUnitOverview.aspx?OrgUnitId=69>.
- [2] V. Lira da Câmara, “Anatomia e Fisiologia da Pele,” *MedicinaNET*, 2009, [Online]. Available: [http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/2054/anatomia\\_e\\_fisiologia\\_da\\_pele.htm](http://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/2054/anatomia_e_fisiologia_da_pele.htm).
- [3] P. A. J. Kolarsick, M. A. Kolarsick, and C. Goodwin, “Anatomy and physiology of the skin,” *J. Dermatol. Nurses. Assoc.*, vol. 3, no. 4, pp. 203-213, 2011, doi: 10.1097/JDN.0b013e3182274a98.
- [4] H. Yousef, M. Alhajj, and S. Sharma, “Anatomy, Skin (Integument), Epidermis,” *StatPearls Publ.*, pp. 8-11, 2020, [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29262154>.
- [5] R. Seeley, A. Russo, J. Regan, C. VanPutte, T. Stephens, and P. Tate, *Seeley’s Anatomy & Physiology*, 11th Editi. Mc Graw Hill Education, 2017.
- [6] V. Madan, J. T. Lear, and R. M. Szeimies, “Non-melanoma skin cancer,” *Lancet*, vol. 375, no. 9715, pp. 673-685, 2010, doi: 10.1016/S0140-6736(09)61196-X.
- [7] U. Leiter, U. Keim, and C. Garbe, “Epidemiology of Skin Cancer: Update 2019,” in *Sunlight, Vitamin D and Skin Cancer*, Third Edit., J. Reichrath, Ed. Springer, 2019, pp. 123-139.
- [8] T. L. Diepgen and V. Mahler, “The epidemiology of skin cancer,” *Br. J. Dermatology, Suppl.*, vol. 146, no. 61, pp. 1-6, 2002.
- [9] A. C. Society, “Melanoma Skin Cancer Early Detection, Diagnosis, and Staging.” <https://www.cancer.org/cancer/melanoma-skin-cancer/detection-diagnosis-staging/survival-rates-for-melanoma-skin-cancer-by-stage.html> (accessed Nov. 05, 2020).

- [10] N. Howlader, A. Noone, and M. Krapcho, "SEER Cancer Statistics Review, 1975-2016," 2016. [Online]. Available: [https://seer.cancer.gov/explorer/application.html?site=53&data\\_type=4&graph\\_type=5&compareBy=stage&chk\\_stage\\_104=104&chk\\_stage\\_105=105&chk\\_stage\\_106=106&series=9&sex=1&race=1&age\\_range=1&adopt\\_precision=1&adopt\\_display=2](https://seer.cancer.gov/explorer/application.html?site=53&data_type=4&graph_type=5&compareBy=stage&chk_stage_104=104&chk_stage_105=105&chk_stage_106=106&series=9&sex=1&race=1&age_range=1&adopt_precision=1&adopt_display=2).
- [11] GLOBOCAN, "Cancer Today," 2020. [Online]. Available: <https://gco.iarc.fr/today/home>.
- [12] U. J. Mujumdar *et al.*, "Sun protection and skin self-examination in melanoma survivors," *Natl. Institutes Heal. - Psychooncology*, vol. 18, no. 10, pp. 1-7, 2009, doi: 10.1002/pon.1510.
- [13] N. A. Kasparian, J. K. McLoone, and B. Meiser, "Skin cancer-related prevention and screening behaviors: A review of the literature," *J. Behav. Med.*, vol. 32, no. 5, pp. 406-428, 2009, doi: 10.1007/s10865-009-9219-2.
- [14] N. A. Kasparian *et al.*, "Skin examination behavior: The role of melanoma history, skin type, psychosocial factors, and region of residence in determining clinical and self-conducted skin examination," *Physiol. Behav.*, vol. 176, no. 3, pp. 139-148, 2019, doi: 10.1001/archdermatol.2012.1817.Skin.
- [15] J. S. Schneider, D. H. Moore, and M. L. Mendelsohn, "Screening program reduced melanoma mortality at the Lawrence Livermore National Laboratory, 1984 to 1996," *J. Am. Acad. Dermatol.*, vol. 58, no. 5, pp. 741-749, 2008, doi: 10.1016/j.jaad.2007.10.648.
- [16] M. Berwick, C. B. Begg, J. A. Fine, G. C. Roush, and R. L. Barnhill, "Screening for cutaneous melanoma by Skin Self-Examination," *Surg. Oncol. Clin. N. Am.*, vol. 14, no. 4, pp. 799-811, 2005, doi: 10.1016/j.soc.2005.09.001.
- [17] M. McPherson, M. Elwood, D. R. English, P. D. Baade, P. H. Youl, and J. F. Aitken, "Presentation and detection of invasive melanoma in a high-risk population," *J. Am. Acad. Dermatol.*, vol. 54, no. 5, pp. 783-792, 2006, doi: 10.1016/j.jaad.2005.08.065.
- [18] J. K. Robinson, S. G. Fisher, and R. J. Turrisi, "Predictors of skin self-examination performance," *Cancer*, vol. 95, no. 1, pp. 135-146, 2002, doi: 10.1002/cncr.10637.
- [19] R. Hamidi, D. Peng, and M. Cockburn, "Efficacy of skin self-examination for the early detection of melanoma," *Int. J. Dermatol.*, vol. 49, no. 2, pp. 126-134, 2010, doi:

Índice 1 to the text that you want to appear here.  
Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

10.1111/j.1365-4632.2009.04268.x.

- [20] C. Bergeron, C. Moran, A. Coroiu, and A. Körner, “Development and initial validation of the Self-Efficacy for Skin Self-Examination Scale in a Canadian sample of patients with melanoma,” *Eur. J. Oncol. Nurs.*, vol. 40, no. March, pp. 78-84, 2019, doi: 10.1016/j.ejon.2019.03.006.
- [21] Associação Portuguesa de Cancro Cutâneo, “Como reconhecer o Cancro da Pele,” 2012. <http://www.apcancrocutaneo.pt/index.php/prevencao>.
- [22] O. Correia, A. F. Duarte, V. Del Marmol, and A. Picoto, “Euromelanoma in Portugal. How useful was the Euromelanoma campaign between 2010 and 2017?,” *Int. J. Dermatol.*, vol. 57, no. 10, pp. e85-e88, 2018, doi: 10.1111/ijd.14179.
- [23] Nuno Ribeiro, “Prevenção de cancro mediada por telemóvel,” Universidade de Aveiro, 2018.
- [24] N. Ribeiro, L. Moreira, A. M. P. Almeida, and F. Santos-Silva, “Pilot study of a smartphone-based intervention to promote cancer prevention behaviours,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 108, no. October, pp. 125-133, 2017, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2017.10.013.
- [25] SOBRAMFA, “ABCDE da PELE,” *Educação Médica & Humanismo*, 2020. <https://sobramfa.com.br/2018/04/05/abcde-da-pele/>.
- [26] I. E. Sutherland, “A Head-Mounted Three Dimensional Display,” in *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I*, 1968, pp. 757-764, doi: 10.1145/1476589.1476686.
- [27] E. Ito and L. P. Affini, “Realidade Aumentada para Dispositivos Móveis e Portáteis,” *Intercom - Soc. Bras. Estud. Interdiscip. da Comun.*, 2011, [Online]. Available: <http://www.intercom.org.br/papers/regionais/centrooeste2010/resumos/R21-0142-1.pdf>.
- [28] K. Lee, “Augmented Reality in Education and Training,” *TechTrends*, vol. 56, no. 2, pp. 13-21, 2012, doi: 10.1007/s11528-012-0559-3.
- [29] C. Kamphuis, E. Barsom, M. Schijven, and N. Christoph, “Augmented reality in medical education?,” *Perspect. Med. Educ.*, vol. 3, no. 4, pp. 300-311, 2014, doi: 10.1007/s40037-013-0107-7.



- [30] J. Cabero Almenara and J. Barroso Osuna, "The educational possibilities of Augmented Reality," *J. New Approaches Educ. Res.*, vol. 6, no. 1, pp. 44-50, 2016, doi: 10.7821/naer.2016.1.140.
- [31] S. C.-Y. Yuen, G. Yaoyuneyong, and E. Johnson, "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education," *J. Educ. Technol. Dev. Exch.*, vol. 4, no. 1, pp. 119-140, 2011, doi: 10.18785/jetde.0401.10.
- [32] D. Karl *et al.*, "Augmented and Virtual Reality Survey Report: Industry Insights Into the Future of AR / VR," *PerkinsCoie*, pp. 1-22, 2018, [Online]. Available: <https://www.perkinscoie.com/images/content/1/8/v2/187785/2018-VR-AR-Survey-Digital.pdf>.
- [33] G. Riva, R. M. Baños, C. Botella, F. Mantovani, and A. Gaggioli, "Transforming experience: The potential of augmented reality and virtual reality for enhancing personal and clinical change," *Front. Psychiatry*, vol. 7, no. SEP, pp. 1-14, 2016, doi: 10.3389/fpsy.2016.00164.
- [34] C. Botella *et al.*, "Treating cockroach phobia using a serious game on a mobile phone and augmented reality exposure: A single case study," *Comput. Human Behav.*, vol. 27, no. 1, pp. 217-227, 2011, doi: 10.1016/j.chb.2010.07.043.
- [35] C. M. Botella, M. C. Juan, R. M. Baños, M. Alcañiz, V. Guillén, and B. Rey, "Mixing realities? An application of augmented reality for the treatment of cockroach phobia," *Cyberpsychology Behav.*, vol. 8, no. 2, pp. 162-171, 2005, doi: 10.1089/cpb.2005.8.162.
- [36] M. Ma, J. Lakhmi, and P. Anderson, *Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare 1*, Volume 68. Springer, 2014.
- [37] E. Zhu, A. Hadadgar, I. Masiello, and N. Zary, "Augmented reality in healthcare education: An integrative review," *PeerJ*, vol. 2014, no. 1. 2014, doi: 10.7717/peerj.469.
- [38] C. Moro, Z. Štromberga, A. Raikos, and A. Stirling, "The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy," *Anat. Sci. Educ.*, vol. 10, no. 6, pp. 549-559, 2017, doi: 10.1002/ase.1696.
- [39] B. Winn, "The Design, Play, and Experience Framework (Chapter LVIII)," *Books.Google.Com*, vol. II, p. 1.759, 2009, [Online]. Available: <http://www.igi-global.com/reference/details.asp?ID=7960>.

apply Índice 1 to the text that you want to appear here. Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

- [40] “Unity.” <https://unity.com>.
- [41] Unity, “AR Foundation.” <https://unity.com/unity/features/arfoundation>.
- [42] Google, “ARCore.” <https://developers.google.com/ar>.
- [43] Apple, “ARKit.” <https://developer.apple.com/augmented-reality/>.
- [44] D. Titov, “11 best Augmented Reality SDKs to Start AR Development in 2020,” *invisible toys*. <https://invisible.toys/best-augmented-reality-sdk/> (accessed Jan. 03, 2021).
- [45] V. Dibia, “Handtrack.js: Hand Tracking Interactions in the Browser using Tensorflow.js and 3 lines of code.,” *towards data science*, 2019. <https://towardsdatascience.com/handtrackjs-677c29c1d585> (accessed Oct. 23, 2020).
- [46] Unity, “OpenCV for Unity,” *UnityAssetStore*, 2021. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/opencv-for-unity-21088#releases>.
- [47] ManoMotion, “ManoMotion: OUR PRODUCTS FOR: APPLE DEVELOPER ACCOUNTS AND GOOGLE PLAY CONSOLE ACCOUNTS,” *ManoMotion*. <https://www.manomotion.com/products/> (accessed Nov. 14, 2020).
- [48] L. Wakely, H. Walker, F. Escorcía, A. Nicholson, K. Mouzakis, and R. Vasa, “seeUV: using augmented reality to create an engaging tool for today’s SunSmart generation,” vol. 2018, pp. 4-6, 2018.
- [49] K. Wachtel, “Cancer Council Releases App to Show That Day’s Sunburn Risk,” *BROADSHEET*, 2017. <https://www.broadsheet.com.au/national/city-file/article/cancer-council-releases-app-show-days-sunburn-risk> (accessed Jun. 19, 2021).
- [50] “miiskin.” <https://miiskin.com>.
- [51] “SkinVision.” <https://www.skinvision.com>.
- [52] “SMARTSKINS Framework.” <http://smartskins.projects.fraunhofer.pt/framework.html>.
- [53] J. Silva *et al.*, “Machine Learning @ Fraunhofer Portugal AICOS,” 2017, [Online]. Available: <https://www.fraunhofer.pt/content/dam/portugal/en/documents/White Paper - Machine Learning @ FhP-AICOS.pdf>.

- [54] “INKHUNTER.” <http://www.inkhunter.tattoo>.
- [55] F. de Morais, B. Schaab, and P. Jaques, “The think aloud method for qualitative evaluation of an intelligent tutoring system interface,” in *2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, 2017, pp. 1-8, doi: 10.1109/LACLO.2017.8120904.
- [56] P. Armstrong, “Bloom’s Taxonomy,” *Vanderbilt University Center for Teaching*, 2010. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy/>.
- [57] Ms. Allan C. Halpern MD *et al.*, “The International Skin Imaging Collaboration.” <https://www.isic-archive.com> (accessed Mar. 08, 2021).
- [58] S. R. Stoyanov, L. Hides, D. J. Kavanagh, O. Zelenko, D. Tjondronegoro, and M. Mani, “Mobile app rating scale: A new tool for assessing the quality of health mobile apps,” *JMIR mHealth uHealth*, vol. 3, no. 1, 2015, doi: 10.2196/mhealth.3422.
- [59] M. Pinto and P. Ferreira, “Use of Videogames in Higher Education in Portugal : a literature review,” pp. 1-13, 2017.
- [60] E. Zhu, A. Hadadgar, I. Masiello, and N. Zary, “Augmented reality in healthcare education: An integrative review,” *PeerJ*, vol. 2014, no. 1, pp. 1-17, 2014, doi: 10.7717/peerj.469.
- [61] C. Kelley, L. Wilcox, W. Ng, J. Schiffer, and J. Hammer, “Design features in games for health: Disciplinary and interdisciplinary expert perspectives,” *DIS 2017 - Proc. 2017 ACM Conf. Des. Interact. Syst.*, no. May 2018, pp. 69-81, 2017, doi: 10.1145/3064663.3064721.
- [62] J. Y. An and C. R. Nigg, “The promise of an augmented reality game-Pokémon GO,” *Ann. Transl. Med.*, vol. 5, no. 10, pp. 10-12, 2017, doi: 10.21037/atm.2017.03.12.
- [63] A. Echeverría, F. Gil, and M. Nussbaum, “Classroom Augmented Reality Games: A model for the creation of immersive collaborative games in the classroom,” 2012, [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/1413/85717d0c961f79a136a9c8b3388b516104a6.pdf>.
- [64] N. Ribeiro, L. Moreira, A. Barros, A. M. Almeida, and F. Santos-Silva, “Guidelines for a cancer prevention smartphone application: A mixed-methods study,” *Int. J. Med. Inform.*, vol. 94, pp. 134-142, 2016, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2016.07.007.

apply Índice 1 to the text that you want to appear here. Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

- [65] A. P. Kassianos, J. D. Emery, P. Murchie, and F. M. Walter, "Smartphone applications for melanoma detection by community, patient and generalist clinician users: A review," *Br. J. Dermatol.*, vol. 172, no. 6, pp. 1507-1518, 2015, doi: 10.1111/bjd.13665.
- [66] T. Gjørseter, "Affordances in mobile augmented reality applications," *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 45-55, 2014, doi: 10.3991/ijim.v8i4.4051.
- [67] J. Dinnes *et al.*, "Visual inspection for diagnosing cutaneous melanoma in adults (Review)," *Cochrane Database Syst. Rev.*, vol. 2018, no. 12, 2018, doi: 10.1002/14651858.CD013194.
- [68] P. García-Montero, N. Blázquez-Sánchez, F. Rivas-Ruiz, J. F. Millán-Cayetano, I. Fernández-Canedo, and M. de Troya-Martín, "Preventing Skin Cancer Among Staff and Guests at Seaside Hotels," *J. Cancer Educ.*, vol. 35, no. 3, pp. 501-508, 2020, doi: 10.1007/s13187-019-01488-4.
- [69] F. Giannakas, G. Kambourakis, A. Papasalouros, and S. Gritzalis, "A critical review of 13 years of mobile game-based learning," *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 66, no. 2, pp. 341-384, 2018, doi: 10.1007/s11423-017-9552-z.
- [70] C. Matuk, "The learning affordances of augmented reality for museum exhibits on human health," *Museums Soc. Issues*, vol. 11, no. 1, pp. 73-87, 2016, doi: 10.1080/15596893.2016.1142815.
- [71] S. Küçük, S. Kapakin, and Y. Gökteş, "Learning anatomy via mobile augmented reality: Effects on achievement and cognitive load," *Anat. Sci. Educ.*, vol. 9, no. 5, pp. 411-421, 2016, doi: 10.1002/ase.1603.
- [72] M. D. Dorothy A. Shead, "NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology - Melanoma," e *NCCN Quick Guid.*, 2018.
- [73] A. Antonaci, R. Klemke, and M. Specht, "Towards Design Patterns for Augmented Reality Serious Games," pp. 273-282, 2015.
- [74] A. S. Lu and H. Kharrazi, "A state-of-the-art systematic content analysis of games for health," *Games Health J.*, vol. 7, no. 1, pp. 1-15, 2018, doi: 10.1089/g4h.2017.0095.
- [75] R. J. S. Sloan and A. Saurin, "The enemy within: Designing a cell-based gameplay system for cancer education," *CHI Play 2019 - Ext. Abstr. Annu. Symp. Comput. Interact. Play*, pp. 117-123, 2019, doi: 10.1145/3341215.3356988.

- [76] C. Ferguson, P. M. Davidson, P. J. Scott, D. Jackson, and L. D. Hickman, "Augmented reality, virtual reality and gaming: An integral part of nursing," *Contemp. Nurse*, vol. 51, no. 1, pp. 1-4, 2015, doi: 10.1080/10376178.2015.1130360.
- [77] J. DiMillo, "The Importance of Partners for the Secondary Prevention of Melanoma: A Study Examining the Skin Self-Examination Self-Efficacy of Patients and their Partners," McGill University, Montréal, 2015.
- [78] E. A. Boyle *et al.*, "An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games," *Comput. Educ.*, vol. 94, pp. 178-192, 2016, doi: 10.1016/j.compedu.2015.11.003.
- [79] L. J. Leighton and H. Crompton, "Augmented reality in K-12 education," *Mob. Technol. Augment. Real. Open Educ.*, no. February, pp. 281-290, 2017, doi: 10.4018/978-1-5225-2110-5.ch014.
- [80] P. Das, M. Zhu, L. McLaughlin, Z. Bilgrami, and R. L. Milanaik, "Augmented reality video games: New possibilities and implications for children and adolescents," *Multimodal Technol. Interact.*, vol. 1, no. 2, pp. 1-10, 2017, doi: 10.3390/mti1020008.
- [81] L. Pombo, M. M. Marques, V. Carlos, C. Guerra, M. Lucas, and M. J. Loureiro, "Augmented reality and mobile learning in a smart urban park: Pupils' perceptions of the EduPARK game," in *Smart Innovation, Systems and Technologies*, vol. 80, no. June, Springer, 2018, pp. 90-100.
- [82] R. A. Pollitt, A. C. Geller, D. R. Brooks, T. M. Johnson, E. R. Park, and S. M. Swetter, "Efficacy of skin self-examination practices for early melanoma detection," *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, vol. 18, no. 11, pp. 3018-3023, 2009, doi: 10.1158/1055-9965.EPI-09-0310.
- [83] K. Sheehy, R. Ferguson, and G. Clough, *Augmented Education - Bringing Real and Virtual Learning Together*, 1st Editio. PALGRAVE MACMILLAN, 2014.
- [84] C. Murphy, "Why games work – the science of learning," *Modsim World 2011*, pp. 1-10, 2011, [Online]. Available: [http://www.gametools.dk/files/papers/WhyGamesWork\\_TheScienceOfLearning\\_CMurphy\\_2011.pdf](http://www.gametools.dk/files/papers/WhyGamesWork_TheScienceOfLearning_CMurphy_2011.pdf).
- [85] B. G. Parsons *et al.*, "Understanding Skin Screening Practices Among Children at Elevated Risk for Melanoma to Inform Interventions for Melanoma Prevention and

apply Índice 1 to the text that you want to appear here. Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

- Control,” *J. Cancer Educ.*, vol. 35, no. 3, pp. 509-514, 2020, doi: 10.1007/s13187-019-01489-3.
- [86] H. Browning, “Guidelines for designing effective games as clinical interventions: Mechanics, dynamics, aesthetics, and outcomes (MDAO) framework,” *Handb. Res. Holist. Perspect. Gamification Clin. Pract.*, pp. 105-130, 2015, doi: 10.4018/978-1-4666-9522-1.ch006.
- [87] D. Nincarean, M. B. Alia, N. D. A. Halim, and M. H. A. Rahman, “Mobile Augmented Reality: The Potential for Education,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 103, pp. 657-664, 2013, doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.385.
- [88] P. L. Ingrassia *et al.*, “Augmented reality learning environment for basic life support and defibrillation training: Usability study,” *J. Med. Internet Res.*, vol. 22, no. 5, pp. 1-8, 2020, doi: 10.2196/14910.
- [89] M. Ozdemir, C. Sahin, S. Arcagok, and M. K. Demir, “The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta- Analysis Study\*,” *Egit. Arastirmalari - Eurasian J. Educ. Res.*, vol. 2018, no. 74, pp. 165-186, 2018, doi: 10.14689/ejer.2018.74.9.
- [90] K. M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based methods and strategies for training and education*, vol. 7. Pfeiffer, 2012.
- [91] V. Wattanasoontorn, I. Boada, R. García, and M. Sbert, “Serious games for health,” *Entertain. Comput.*, vol. 4, no. 4, pp. 231-247, 2013, doi: 10.1016/j.entcom.2013.09.002.
- [92] B. Schmitz, R. Klemke, and M. Specht, “An analysis of the educational potential of augmented reality games for learning,” *CEUR Workshop Proc.*, vol. 955, pp. 140-147, 2012.
- [93] J. M. Ariso, *Augmented Reality: Reflections on its Contribution to Knowledge Formation*, Volume 11. DE GRUYTER, 2017.
- [94] R. M. MacKie and D. Hole, “Audit of public education campaign to encourage earlier detection of malignant melanoma,” *Br. Med. J.*, vol. 304, no. 6833, pp. 1012-1015, 1992, doi: 10.1136/bmj.304.6833.1012.
- [95] S. M. Butt and K. F. Navarro, “Review paper on nutritional information using mobile

- augmented reality technology,” *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 376, pp. 1439-1445, 2016, doi: 10.1007/978-981-10-0557-2\_137.
- [96] T. Pelin Yüksel (Inonu University, Turkey), Süleyman Nihat Şad (Inonu University, Turkey) and Soner Yıldırım (Middle East Technical University, “Digital Tools for Seamless Learning,” IGI Global, 2017, pp. 27-41.
- [97] N. Ribeiro, L. Moreira, A. M. Almeida, and F. Santos-Silva, “Happy: Cancer Prevention Using Smartphones,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 100, pp. 466-473, 2016, doi: 10.1016/j.procs.2016.09.183.
- [98] T. Coffin, Y. P. Wu, D. Mays, C. Rini, K. P. Tercyak, and D. Bowen, “Relationship of parent-child sun protection among those at risk for and surviving with melanoma: Implications for family-based cancer prevention,” *Transl. Behav. Med.*, vol. 9, no. 3, pp. 480-488, 2019, doi: 10.1093/tbm/ibz032.
- [99] M. Akçayır, G. Akçayır, H. M. Pektaş, and M. A. Ocak, “Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories,” *Comput. Human Behav.*, vol. 57, pp. 334-342, 2016, doi: 10.1016/j.chb.2015.12.054.
- [100] A. Dey, M. Billinghamurst, R. W. Lindeman, and J. E. Swan, “A systematic review of 10 Years of Augmented Reality usability studies: 2005 to 2014,” *Front. Robot. AI*, vol. 5, no. APR, pp. 1-2, 2018, doi: 10.3389/frobt.2018.00037.
- [101] N. Chuchu *et al.*, “Smartphone applications for triaging adults with skin lesions that are suspicious for melanoma (Review),” 2018, doi: 10.1002/14651858.CD013192.www.cochranelibrary.com.
- [102] D. Drummond, A. Hadchouel, and A. Tesnière, “Serious games for health: three steps forwards,” *Adv. Simul.*, vol. 2, no. 1, pp. 1-8, 2017, doi: 10.1186/s41077-017-0036-3.
- [103] A. F. Duarte, B. Correia, A. Picoto, A. Costa Pereira, E. Nagore, and O. Correia, “Behaviour towards sun exposure, skin self-examination and skin cancer knowledge of educators, health professionals and the general population - cross-sectional study,” *J. Eur. Acad. Dermatology Venereol.*, vol. 31, no. 2, pp. e132-e135, 2017, doi: 10.1111/jdv.13878.
- [104] P. Fotaris, N. Pellas, I. Kazanidis, and P. Smith, “A systematic review of augmented reality game-based applications in primary education,” *Proc. 11th Eur. Conf. Games*

apply Índice 1 to the text that you want to appear here.  
Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

*Based Learn. ECGBL 2017*, pp. 181-190, 2017.

- [105] H. K. Wu, S. W. Y. Lee, H. Y. Chang, and J. C. Liang, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education," *Comput. Educ.*, vol. 62, no. 2013, pp. 41-49, 2013, doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024.
- [106] M. Graafland, "Serious Games in Surgical Education," *Br. J. Surg.*, vol. 99, no. 10, pp. 1322-30, 2014.
- [107] L. Menvielle, A. F. Audrain-Pontevia, and W. Menvielle, "Assessing the Opportunities for Virtual, Augmented, and Diminished Reality in the Healthcare Sector," in *The Digitization of Healthcare: New Challenges and Opportunities*, no. 18, PALGRAVE MACMILLAN, 2017, pp. 323-344.
- [108] D. S. Rigel, J. Russak, and R. Friedman, "The Evolution of Melanoma Diagnosis: 25 Years Beyond the ABCDs," *CA. Cancer J. Clin.*, vol. 60, no. 5, pp. 301-316, 2010, doi: 10.3322/caac.20074.
- [109] S. Aneja *et al.*, "Improvement in patient performance of skin self-examinations after intervention with interactive education and telecommunication reminders: A randomized controlled study," *Arch. Dermatol.*, vol. 148, no. 11, pp. 1266-1272, 2012, doi: 10.1001/archdermatol.2012.2480.
- [110] E. Z. Barsom, M. Graafland, and M. P. Schijven, "Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training," *Surg. Endosc.*, vol. 30, no. 10, pp. 4174-4183, 2016, doi: 10.1007/s00464-016-4800-6.



# Anexos

## Anexo 1 - Formulário dos Testes de Usabilidade do Trabalho Preliminar

Teste de Usabilidade - SPOT  
PROTÓTIPO 0

\*Obrigatório

1. Código Pessoa

---

2. Género

- Masculino
- Feminino

3. Idade

---

4. Alguma vez realizou o autoexame da pele?

- Sim
- Não

5. Quantos sinais tem?

- Muitos (>50)
- Poucos (<50)

6. Quando realizou o autoexame pela última vez? (mês e ano)

---

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

7. Com que frequência costuma jogar jogos no seu telemóvel?

- Todos os dias, várias vezes ao dia
- Pelo menos uma vez por dia
- Menos de 6 vezes por semana
- Não costumo jogar no telemóvel

8. Alguma vez utilizou uma aplicação de realidade aumentada, como por exemplo, Pokémon GO?

- Sim
- Não

## TAREFAS

9. TAREFA 1 - Iniciar o jogo (tem que escolher a câmara traseira e colocar a mão à frente da câmara). Sucesso? \*

- Sim
- Não

10. N° de erros

---

11. Notas

---

---

---

12. TAREFA 2 - Gerar um sinal no jogo. Sucesso? \*

- Sim
- Não

13. N° de erros

---

14. Notas

---

---

15. TAREFA 3 - Classificar um sinal. Sucesso? \*

- Sim
- Não

16. N° de erros

---

17. Notas

---

---

18. Pediu para jogar novamente?

- Sim
- Não

**Indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações**

19. Gostava de jogar mais vezes o jogo

- Sim
- Não

20. Considero o jogo complexo

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

21. Precisaria de ajuda especializada para poder jogar novamente o jogo sem erros

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

22. Este jogo aumenta os conhecimentos necessários para realizar o autoexame da pele

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

23. Este jogo sensibiliza as pessoas para a importância do autoexame da pele

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

24. Este jogo motiva as pessoas a fazerem o autoexame da pele

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

25. Recomendaria este jogo a outras pessoas?

- Sim
- Não

26. Pagaria para jogar este jogo?

- Sim
- Não

### Perguntas Abertas

27. Qual a sua opinião em relação à interface? O que mudaria?

---



---

28. Acha que um jogo sério pode fazer a diferença na prevenção secundária do melanoma?

---



---

29. O que sente ao ver um sinal que não é seu na sua pele através da realidade aumentada?

---

---

---

30. Acha que está a faltar alguma coisa nesta aplicação? Como a tornaria mais interessante para si?

---

---

---

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

## Anexo 2 - Código de Processamento da Base de Dados ISIC

### Script "ISIC\_Api"

```

"""
Access to ISIC Archive API
"""

import requests
import io
import os
from PIL import Image

# Login pessoal (inserir login pessoal)
utilizador = '*****'
palavra_passe = '*****'

# API
class ISICApi(object):
    def __init__(self, hostname='https://isic-archive.com',
                 username=None, password=None):
        self.baseUrl = f'{hostname}/api/v1'
        self.authToken = None

        if username is not None:
            if password is None:
                password = input(f'Password for user "{username}":')
            self.authToken = self._login(username, password)

    def _makeUrl(self, endpoint):
        return f'{self.baseUrl}/{endpoint}'

    def _login(self, username, password):
        authResponse = requests.get(
            self._makeUrl('user/authentication'),
            auth=(username, password)
        )
        if not authResponse.ok:
            raise Exception(f'Login error:
{authResponse.json()["message"]}')

        authToken = authResponse.json()['authToken']['token']
        return authToken

```

```
def get(self, endpoint):
    url = self._makeUrl(endpoint)
    headers = {'Girder-Token': self.authToken} if self.authToken
else None
    return requests.get(url, headers=headers)

def getJson(self, endpoint):
    return self.get(endpoint).json()

def getJsonList(self, endpoint):
    endpoint += '&' if '?' in endpoint else '?'
    LIMIT = 50
    offset = 0
    while True:
        resp = self.get(
            f'{endpoint}limit={LIMIT:d}&offset={offset:d}'
        ).json()
        if not resp:
            break
        for elem in resp:
            yield elem
        offset += LIMIT

'''As minhas funções'''

def getImageID(self, imageName):
    while True:
        try:
            image = self.getJson('image?name=' + imageName)
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break
    return image[0]["_id"]

def getImageList(self, limit = '69445', offset = '0', sort =
'name'):
    while True:
        try:
            imageList = self.getJson('image?limit=' + limit +
            '&offset=' + offset + '&sort=' + sort)
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
```

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

```

        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break
    return imageList

def getImageDetails(self, imageID):
    while True:
        try:
            imageDetail = self.getJson('image/%s' % imageID)
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break
    return imageDetail

def downloadImage(self, imageDetail, savePath):
    while True:
        try:
            imageFileResp = self.get('image/%s/download' %
imageDetail["_id"])
            imageFileResp.raise_for_status()
            imageFileOutputPath = os.path.join(savePath, '%s.jpg'
% imageDetail["name"])
            with open(imageFileOutputPath, 'wb') as
imageFileOutputStream:
                for chunk in imageFileResp:
                    imageFileOutputStream.write(chunk)
                    print(imageDetail["name"] + ' downloaded!')
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break

def getImagePIL(self, imageDetail):
    while True:
        try:
            imageFileResp = self.get('image/%s/download' %
imageDetail["_id"])
            imageFileResp.raise_for_status()

```



```
        img = Image.open(io.BytesIO(imageFileResp.content))
    except requests.HTTPError as exception1:
        print(exception1)
        continue
    except ValueError as exception2:
        print(exception2)
        continue
    break
return img

def getSegmentationID(self, imageID):
    while True:
        try:
            imageSegmentationData =
self.getJson('segmentation?imageId='+imageID)
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break

    if imageSegmentationData == []:
        return 'none'
    else:
        return imageSegmentationData[0]["_id"]

def downloadSegmentation(self, imageDetail, savePath):
    while True:
        try:
            imageFileResp = self.get('segmentation/%s/mask' %
imageDetail["seg_id"])
            imageFileResp.raise_for_status()
            imageFileOutputPath = os.path.join(savePath,
'%s_segmentation.jpg' % imageDetail["name"])
            with open(imageFileOutputPath, 'wb') as
imageFileOutputStream:
                for chunk in imageFileResp:
                    imageFileOutputStream.write(chunk)
            print(imageDetail["name"] + '_segmentation
downloaded!')
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
```

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

```
        continue
    break

def getSegmentationPIL(self, imageDetail):
    while True:
        try:
            imageFileResp = self.get('segmentation/%s/mask' %
imageDetail["seg_id"])
            imageFileResp.raise_for_status()
            img = Image.open(io.BytesIO(imageFileResp.content))
        except requests.HTTPError as exception1:
            print(exception1)
            continue
        except ValueError as exception2:
            print(exception2)
            continue
        break
    return img

def InitializeAPI():
    api = ISICApi(username=utilizador, password=palavra_passe)
    return api
```

## Script “Main”

```
"""
Created on 08/03/2021

@author: Pedro André Monteiro Tavares
    @studentNumber: up201603159
    @College: FEUP - Faculty of Engineering of University of Porto
    @Institute: Ipatimup - Institute of Molecular Pathology and
Immunology of the University of Porto
    @Group: Cancer Prevention Unit
    @Thesis: Utilização da Realidade Aumentada na Prevenção de
Melanoma: uma abordagem baseada na ludificação.
"""

#%%
'''Imports'''
import ISIC_Api as isic
from PIL import ImageFilter

#%%
'''Initiating API'''
api = isic.InitializeAPI()

#%%
'''Processing Images'''
imageList = api.getImageList()
imageDataList = []

for x in range(0, len(imageList)):
    segmentationID = api.getSegmentationID(imageList[x]["_id"])
    if segmentationID == 'none':
        print(str(x) + ' no segmentation!')
        next
    else:
        imageDetail = api.getImageDetails(imageList[x]["_id"])
        imageDetail["seg_id"] = segmentationID
        imageDataList.append(imageDetail)
        image = api.getImagePIL(imageDataList[x])
        segmentation = api.getSegmentationPIL(imageDataList[x])
        segmentation =
segmentation.filter(ImageFilter.GaussianBlur(radius=30))
        image.putalpha(segmentation)
        image.save(r'/home/pedro/Documents/SpotImages/Processed/' +
imageDataList[x]["name"] + '.png')
        print(imageDataList[x]["name"] + ' has segmentation!')
```

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título  
1;Capitulo to the text that you want to appear here.

## Anexo 3 - Código de Processamento da Base de Dados PH<sup>2</sup>

```
"""
Created on 08/03/2021

@author: Pedro André Monteiro Tavares
        @studentNumber: up201603159
        @College: FEUP - Faculty of Engineering of University of Porto
        @Institute: Ipatimup - Institute of Molecular Pathology and
Immunology of the University of Porto
        @Group: Cancer Prevention Unit
        @Thesis: Utilização da Realidade Aumentada na Prevenção de
Melanoma: uma abordagem baseada na ludificação.
"""

#%%
'''Imports'''
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import matplotlib.image as mpimg
from PIL import Image
from PIL import ImageFilter
import numpy as np

#%%
'''Processing Images and Data'''
path = r'/home/pedro/Documents/PH2Dataset/'
imageList = pd.read_excel(path + 'PH2_dataset.xlsx')
imageList = imageList.sort_values(by=["Image Name"])
imageList = np.array(imageList)
imageList = np.delete(imageList, [8, 9, 10, 11, 12, 13], 1)
name = imageList[:, 0]
data = {"name": [], "A": [], "B": [], "C": [], "D": [], "NA": []}

for x in range(0, name.size):
    print(name[x] + ' - ' + str(imageList[x, 1]))
    img = mpimg.imread(path + 'PH2 Dataset images/' + name[x] + '/' +
name[x] + '_Dermoscopic_Image/' + name[x] + '.bmp')
    plt.imshow(img)
    plt.show()
    print("Does it have hair?")
    if (input().lower() == "y"):
        np.delete(imageList, x, 0)
    else:
        img = Image.fromarray(img, mode='RGB')
        seg = mpimg.imread(path + 'PH2 Dataset images/' + name[x] +
```

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

```

'/' + name[x] + '_lesion/' + name[x] + '_lesion.bmp')
    seg = Image.fromarray(seg[:, :, 0], mode='L')
    seg = seg.filter(ImageFilter.GaussianBlur(radius=10))
    img.putalpha(seg)
    data["name"].append(name[x])
    data["A"].append(int(imageList[x,2]>1))
    print("Pigment Network - " + imageList[x,3] + "; Dots/Globules
- " + imageList[x,4] + "; Streaks - " + imageList[x,5] + "; Regression
Areas - " + imageList[x,6] + "; Blue-Whitish Veil - " +
imageList[x,7])
    print("Border?")
    data["B"].append(int(input()))
    data["C"].append(int(imageList[x,8]>1))
    seg = seg[:, :, 0]
    left = 0;
    right = seg.shape[1]-1;
    top = 0;
    bottom = seg.shape[0]-1;
    for x in range(0, seg.shape[1]):
        if max(seg[:, x]) == 255:
            left = x
            break
        else:
            continue
    for x in range(0, seg.shape[0]):
        if max(seg[x, :]) == 255:
            top = x
            break
        else:
            continue
    for x in range(seg.shape[1]-1, -1, -1):
        if max(seg[:, x]) == 255:
            right = x
            break
        else:
            continue
    for x in range(seg.shape[0]-1, -1, -1):
        if max(seg[x, :]) == 255:
            bottom = x
            break
        else:
            continue
    data["D"].append(np.max([np.abs(right-left), np.abs(bottom-
top)]))
    data["NA"].append(int(imageList[x,1]>0))
    img.save(path + 'NewData/' + name[x] + '.png')

```

#%%

**Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.**Anexos

79

```
'''Metadata to Excel'''  
df = pd.DataFrame.from_dict(data)  
df.to_excel(path + 'NewData/metadata.xlsx')
```

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

## Anexo 4 - QR code de acesso ao Projeto Unity



Figura A.7.1 - QR Code para o link:

[https://drive.google.com/drive/folders/1rJOt6fbujHDzzjkyfe1c7wsc\\_sEaMIOM?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1rJOt6fbujHDzzjkyfe1c7wsc_sEaMIOM?usp=sharing)



## **Anexo 5 - Consentimento Informado**

### **Jogo sério baseado em realidade aumentada para a prevenção do melanoma**

#### **Qual o objetivo do trabalho?**

Este trabalho visa ensinar as pessoas a detetar precocemente sinais atípicos através da realização periódica do autoexame da pele e do método ABCDE, promovendo a procura atempada de profissionais de saúde quando necessário.

#### **Quem são os investigadores?**

Este trabalho está a ser criado pelos alunos Pedro Tavares do Mestrado Integrado em Bioengenharia e pela aluna Catarina Ferreira do Mestrado de Multimédia, ambos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, sob a orientação de Nuno Ribeiro, docente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e membro da Unidade de Prevenção de Cancro do Ipatimup (Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto) e de António Coelho, docente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

#### **O que envolve a minha participação?**

A participação no estudo implica apenas a realização de tarefas com a aplicação e responder a questionários em três momentos diferentes - antes e após a realização das tarefas e uma semana após a utilização da aplicação. Aceitar participar neste estudo requer a resposta nesses três momentos.

#### **Em que consiste a aplicação?**

A aplicação SPOT consiste num jogo sério que pretende promover a aprendizagem do método ABCDE, utilizando a realidade aumentada e a ludificação. O utilizador tem uma secção de tutorial onde irá aprender o significado das várias letras do método e, no final, terá o jogo para colocar os seus conhecimentos em prática, tendo sempre um score para poder ver o seu nível de compreensão face ao método ABCDE.

#### **Quais as informações recolhidas?**

A aplicação não efetua diretamente qualquer medição referente ao comportamento do utilizador. As informações recolhidas são dos seguintes tipos:

Dados pessoais logísticos - nome, endereço de email

Dados pessoais estatísticos - idade, género, número de sinais na pele e habilitações literárias

Índice 1 to the text that you want to appear here.  
1;Capitulo to the text that you want to appear here.

Dados comportamentais e/ou de conhecimento - realização do autoexame da pele, conhecimento do método ABCDE, frequência de interação com o telemóvel e jogos digitais e experiência com realidade aumentada;

Dados de utilização da aplicação - gravação de voz aquando da realização das tarefas;

Dados de opinião - experiência relativa ao jogo e à realidade aumentada.

### O que acontece às informações recolhidas?

As informações logísticas não serão partilhadas com terceiros, tendo apenas o intuito de facilitar a organização e o contacto para a realização do formulário de follow-up (uma semana após a realização das tarefas).

As restantes informações recolhidas serão utilizadas, de forma anónima, para efeitos estatísticos e de avaliação da aplicação. Estas informações serão utilizadas no âmbito da tese de Mestrado Integrado em Bioengenharia e de Mestrado de Multimédia dos alunos Pedro Tavares e Catarina Ferreira, respetivamente.

### Corro algum risco ao participar neste estudo?

Não há qualquer risco inerente à utilização desta aplicação.

Eu, \_\_\_\_\_,  
aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado. Também autorizo a divulgação em contexto científico dos resultados obtidos, com as garantias de anonimato e confidencialidade dos dados fornecidos.

Aceito que façam gravação sonora da sessão

Data

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinatura

\_\_\_\_\_

## Anexo 6 - Formulário dos Testes de Usabilidade do Protótipo Final - pré/pós Tarefas

SPOT - Jogo sério baseado em realidade aumentada para a prevenção do melanoma

\*Obrigatório

1. Nome (Primeiro e Último) \*

---

2. Género \*

- Feminino
- Masculino
- Outro
- Prefiro não responder

3. Idade \*

---

4. Email \*

---

5. Indique qual o nível académico máximo que obtiveram até ao momento \*

- 1º Ciclo do Ensino Básico
- 2º Ciclo do Ensino Básico
- 3º Ciclo do Ensino Básico
- Secundário
- Licenciatura
- Mestrado
- Doutoramento

6. Qual a área de estudo/trabalho

---

**Realização do autoexame da pele**

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

7. Quantos sinais, aproximadamente, tem na pele? \*

- Menos de 50
- Mais de 50

8. Já realizou o autoexame da pele (observação regular da pele à procura de sinais que possam ter sofrido alterações)? \*

- Sim Avançar para a pergunta 9
- Não Avançar para a pergunta 12

9. Indique a data da última realização (mês e ano) \*

---

10. Sabe o que é o método ABCDE? \*

- Sim
- Não

11. Indique a probabilidade de realizar o autoexame da pele no próximo mês \*

---

Muito improvável  1  2  3  4  5 Muito provável

---

12. Indique as razões pelas quais não faz o autoexame \*

- Nunca me lembro de o fazer
- Não tenho tempo para realizá-lo
- Não sei como fazê-lo
- Não sei o que procurar
- Tenho medo de descobrir alguma coisa errada
- Outras razões

13. Sabe o que é o método ABCDE? \*

- Sim
- Não

14. Indique a probabilidade de realizar o autoexame da pele no próximo mês \*

---

Muito improvável  1  2  3  4  5 Muito provável

---

**Indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações**

15. Sei o que procurar quando faço um autoexame da pele \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

16. Estou confiante que consigo fazer o autoexame uma vez por mês \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

17. Tenho tantos sinais do meu corpo que se torna difícil fazer o autoexame \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

18. Consigo reconhecer alterações suspeitas na minha pele \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

19. Consigo fazer um autoexame rigoroso em todas as partes do meu corpo \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

**Teste de usabilidade**

20. Por dia, em média, quanto tempo passa a interagir com o seu telemóvel? \*

Índice 1 to the text that you want to appear here.  
 1;Capitulo to the text that you want to appear here.

- Menos de 15 minutos
- Entre 16 e 30 minutos
- Entre 31 minutos e 1 hora
- Entre 1 e 2 horas
- Mais do que 2 horas

21. Com que frequência costuma jogar jogos no seu telemóvel? \*

- Todos os dias, várias vezes ao dia
- Pelo menos uma vez por dia
- Menos de 6 vezes por semana
- Não costumo jogar no meu telemóvel

22. Alguma vez utilizou uma aplicação de realidade aumentada (por exemplo, Pokemon Go)? \*

- Sim
- Não

### TAREFAS - SPOT

Continue apenas quando terminar as tarefas pedidas



### Pós experiência - SPOT

23. Gostava de jogar mais vezes este jogo. \*

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

24. Considero o jogo demasiado complexo/complicado. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

25. Considero que este jogo é fácil de jogar. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

26. Precisaria de ajuda para poder jogar novamente. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

27. Considero que a maioria das pessoas aprenderia a jogar este jogo em pouco tempo. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

28. Precisei de aprender muita coisa antes de poder jogar este jogo. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

29. O que sentiu com a realidade aumentada? \*

- Indiferença
- Estranheza
- Preocupação
- Aversão
- Interesse
- Curiosidade
- Diversão
- Outra:

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

30. Acha que está a faltar alguma coisa nesta aplicação? Como a tornaria mais interessante para si?

---

---

---

### Envolvimento

31. A aplicação é divertida/interessante de utilizar? É usada alguma estratégia para aumentar o envolvimento através de entretenimento (por exemplo, ludificação e gamificação)? \*

- Aborrecido, não é divertida de todo
- Maioritariamente aborrecida
- OK, divertida o suficiente para entreter o utilizador por um breve período (<5 minutos)
- Moderadamente divertida, iria entreter o utilizador por algum tempo (5 a 10 minutos no total)
- Altamente divertida, estimula o uso repetido

32. A aplicação é interessante de utilizar? É usada alguma estratégia para aumentar o envolvimento, apresentando o conteúdo de uma forma interessante? \*

- Não é nada interessante
- Desinteressante
- Nem interessante nem desinteressante, iria entreter o utilizador por breves momentos (<5 minutos)
- Moderadamente interessante, iria envolver o utilizador por alguns momentos (5 a 10 minutos no total)
- Muito interessante, iria fazer com que o utilizador jogasse várias vezes

33. A aplicação fornece todas as configurações necessárias para os recursos da aplicação (por exemplo, som, conteúdo, notificações, etc.)? \*

- Não permite qualquer personalização ou exige que as configurações sejam feitas sempre que entramos na aplicação
- Permite funções de personalização, mas com funções limitadas
- Permite uma personalização básica
- Permite inúmeras opções de personalização
- Permite a adaptação completa das características/preferências



34. A aplicação permite ao utilizador fornecer feedback, contém prompts (lembretes, opções de partilha, notificações, etc.)? Nota: essas funções precisam de ser personalizáveis e não excessivas para serem perfeitas. \*

- Sem recursos interativos e /ou sem resposta à interação do utilizador
- Interatividade ou feedback insuficiente, funções limitantes
- Recursos interativos básicos
- Oferece uma variedade de recursos interativos/feedback
- Nível muito alto de capacidade de resposta utilizando recursos interativos/feedback

35. O conteúdo da aplicação (informações visuais, linguagem, design) é adequado para si? \*

- Completamente inadequado, muito pouco claro ou confuso
- Maioritariamente inadequado, pouco claro ou confuso
- Aceitável, mas não direcionado, por vezes inadequado, pouco claro ou confuso
- Bem direcionado, apenas com pequenos problemas
- Perfeitamente adequado, nenhum problema encontrado

## Funcionalidade

36. Com que precisão/rapidez os recursos (funções) e componentes (botões/menus/gestos) funcionam na aplicação? \*

- A aplicação não funciona ou tem falhas graves (por exemplo, crasha ou tem muitos bugs)
- Algumas funções funcionam, mas a aplicação apresenta problemas técnicos graves
- No geral, a aplicação funciona. Contudo, apresenta problemas técnicos que precisam de ser corrigidos
- No geral, a aplicação funciona. Apresenta alguns problemas técnicos negligenciáveis
- Resposta perfeita, nenhum problema técnico encontrado

37. Quão fácil é aprender a usar a aplicação; quão claros são os menus/ícones e instruções do menu? \*

- A aplicação é difícil de usar. Não tem instruções, ou estas são limitadas; os botões e/ou o menu são confusos/complicados
- A aplicação pode ser utilizada depois de muito tempo/esforço para aprender a usar
- A aplicação pode ser utilizada após algum tempo/esforço para aprender a usar
- A aplicação é fácil de usar (ou tem instruções claras)
- A aplicação é muito fácil de usar, simples e intuitiva

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

38. A navegação entre ecrãs é lógica/adequada; todos os links necessários entre ecrãs estão presentes? \*

- A navegação é difícil. Diferentes secções dentro da aplicação parecem logicamente desconectadas e/ou aleatórias
- A aplicação é usável depois de muito esforço para aprender a navegar entre ecrãs
- A aplicação é usável após algum esforço para aprender a navegar entre ecrãs
- A aplicação é de fácil utilização ou tem apenas alguns links entre ecrãs em falta
- Fluxo de ecrãs da aplicação é perfeitamente lógico, fácil, claro e intuitivo

39. As interações (tocar/deslizar/pinches /scroll) são consistentes e intuitivas em todos os componentes/ecrãs? \*

- Completamente inconsistente/confuso
- Muitas vezes inconsistente/confuso
- Razoável, com algumas inconsistências
- Maioritariamente consistente/intuitivo com alguns problemas insignificantes
- Perfeitamente consistente e intuitivo

## Estética

40. O local e o tamanho dos botões/ícones/menus/conteúdo no ecrã são apropriados ou podem ser ampliados, se necessário? \*

- Design muito mau, algumas das opções são impossíveis de selecionar/ ver/ler
- Design mau, aleatório, pouco claro, com algumas opções difíceis de selecionar/ver/ler
- Design satisfatório, apresenta alguns problemas com a seleção/visualização/leitura ou pequenos problemas com o tamanho do ecrã
- Design maioritariamente claro, capaz de selecionar/ver/ler itens sem problema
- Design profissional, simples, claro, ordenado, organização lógica e otimizada. Cada componente tem um propósito

41. Quão elevada é a qualidade/resolução dos gráficos usados para os botões/ícones/menus/conteúdo da aplicação? \*

- Os gráficos parecem ser amadores, design visual muito pobre, desproporcional, completamente inconsistente
- Gráficos com baixa qualidade/baixa resolução; design visual com baixa qualidade, desproporcional, inconsistente
- Gráficos e design visual com uma qualidade moderada
- Gráficos e design visual com alta qualidade/maioria dos itens

- proporcionais/consistentes
  - Gráficos e design visual de muito alta qualidade/todos os itens proporcionais/consistentes em toda a aplicação
42. Como é a qualidade visual da aplicação? \*
- Sem apelo visual, desagradável ao olhar, mal projetada, cores incompatíveis
  - Pouco apelo visual - mal projetada, má utilização da cor, visualmente aborrecida
  - Algum apelo visual - média, nem agradável nem desagradável
  - Com um alto nível de apelo visual - gráficos perfeitos, consistentes e com um design profissional
  - Com um alto nível de apelo visual - gráficos perfeitos, consistentes e com um design profissional. Aplicação muito atrativa, memorável, destaca-se; a utilização das cores melhora os recursos da aplicação

### Informação

43. O conteúdo da aplicação é correto, bem escrito e relevante para o objetivo da aplicação? \*
- Irrelevante/impróprio/incoerente/incorrecto
  - Pobre. Pouco relevante/apropriado/coerente/pode estar incorreto
  - Moderadamente relevante/apropriado/coerente/e parece correto
  - Relevante/apropriado/coerente/correto
  - Altamente relevante, apropriado, coerente e correto
44. A quantidade de informação está de acordo com os objetivos da aplicação; é abrangente, mas concisa? \*
- Minimalista ou com demasiada informação
  - Insuficiente ou possivelmente com demasiada informação
  - Está ok, mas não é abrangente ou concisa o suficiente
  - Oferece uma vasta gama de informações, possui algumas lacunas ou detalhes desnecessários; ou não tem links para mais informações e recursos
  - A informação é abrangente e concisa; contém links para mais informações e recursos
45. A explicação visual dos conceitos - utilizando de tabelas/gráficos/imagens/vídeos, etc. - é clara, lógica, correta? \*
- Nada clara/confusa/errada ou ausente
  - Pouco clara/confusa/errada
  - OK, mas muitas vezes confusa/errada

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

- Clara/lógica/correta, com alguns problemas negligenciáveis
- Perfeitamente clara/lógica/correta

### Qualidade subjetiva da aplicação

46. Recomendaria esta aplicação a pessoas que poderiam beneficiar da sua utilização? \*

- Não - não recomendaria esta aplicação a ninguém
- Existem poucas pessoas a quem eu recomendaria esta aplicação
- Talvez - Existem várias pessoas a quem eu recomendaria esta aplicação
- Há muitas pessoas a quem eu recomendaria esta aplicação
- Claro - recomendaria esta aplicação a toda a gente que conheço

47. Quantas vezes acha que utilizaria esta aplicação nos próximos 12 meses? \*

- Nenhuma
- 1-2
- 3-10
- 10-50
- >50

48. Pagaria para utilizar este jogo? \*

- Não
- Talvez
- Sim

49. No geral, como classificaria esta aplicação? \*

- ★ Uma das piores aplicações que já utilizei
- ★★
- ★★★ Média
- ★★★★
- ★★★★★ Uma das melhores aplicações que já utilizei

### Avaliação específica da aplicação

50. Esta aplicação provavelmente sensibilizará as pessoas para a importância do autoexame da pele. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

51. É provável que esta aplicação aumente o conhecimento/compreensão sobre o que procurar durante o autoexame da pele. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

52. É provável que esta aplicação induza uma mudança de atitude sobre o autoexame da pele. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

53. É provável que esta aplicação motive as pessoas a fazerem o autoexame da pele. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

54. É provável que o uso desta aplicação aumente a frequência de realização do autoexame da pele. \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

Índice 1 to the text that you want to appear here.Error! Use the Home tab to apply Título 1;Capítulo to the text that you want to appear here.

## Anexo 7 - Formulário dos Testes de Usabilidade do Protótipo Final - Follow-up

### SPOT - Jogo sério baseado em realidade aumentada para a prevenção do melanoma

Este questionário visa complementar as informações recolhidas durante o teste de utilização da aplicação que realizou na semana passada.

Gostaríamos que respondesse com toda a informação que obteve depois de utilizar a aplicação.

**\*Obrigatório**

1. Nome (Primeiro e Último) \*

---

2. Email \*

---

3. Pagaria para utilizar este jogo? \*

- Sim
- Não

4. Realizou o autoexame da pele desde que utilizou a aplicação SPOT? \*

- Sim
- Não

5. Indique a probabilidade de realizar o autoexame da pele no próximo mês:

---

Muito improvável  1  2  3  4  5 Muito provável

---

**Indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações**

55. Sei o que procurar quando faço um autoexame da pele \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

56. Estou confiante que consigo fazer o autoexame uma vez por mês \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

57. Tenho tantos sinais do meu corpo que se torna difícil fazer o autoexame \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

58. Consigo reconhecer alterações suspeitas na minha pele \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---

59. Consigo fazer um autoexame rigoroso em todas as partes do meu corpo \*

---

Discordo totalmente  1  2  3  4  5 Concordo totalmente

---