



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

YAGO HENRIQUE PEREIRA

ORANGE CARE: UM SERIOUS GAME PARA A  
EDUCAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS DA ATENÇÃO  
PRIMÁRIA A SAÚDE

---

LONDRINA

2019

YAGO HENRIQUE PEREIRA

**ORANGE CARE: UM SERIOUS GAME PARA A  
EDUCAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS DA ATENÇÃO  
PRIMÁRIA A SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Ciência da Computação da  
Universidade Estadual de Londrina para ob-  
tenção do título de Mestre em Ciência da  
Computação.

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio  
Brancher

LONDRINA

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Pereira, Yago Henrique.

Orange Care: um Serious Game para a educação continuada de médicos da atenção primária a Saúde / Yago Henrique Pereira. - Londrina, 2019.  
50 f. : il.

Orientador: Jacques Brancher .

Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Serious Games - Tese. 2. Gamification - Tese. 3. Health Care - Tese. I. Brancher , Jacques. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. III. Título.

CDU 519

YAGO HENRIQUE PEREIRA

**ORANGE CARE: UM SERIOUS GAME PARA A  
EDUCAÇÃO CONTINUADA DE MÉDICOS DA ATENÇÃO  
PRIMÁRIA A SAÚDE**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Ciência da Computação da  
Universidade Estadual de Londrina para ob-  
tenção do título de Mestre em Ciência da  
Computação.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Jacques Duílio  
Brancher  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Rodolfo Miranda de Barros  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Lourival Aparecido Góis  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
- Ponta Grossa – UTFPR

Londrina, 24 de novembro de 2019.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo, mas transformai-vos pela renovação da mente, a fim de distinguir qual é a vontade de Deus: o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2))*

PEREIRA, Y. H.. **Orange Care: um Serious Game para a educação continuada de médicos da atenção primária a Saúde**. 2019. 49f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

## RESUMO

A não notificação do câncer de pele no Brasil é apontada como um sério problema pelas instituições governamentais de dermatologia, portanto, faz-se necessária a conscientização dos médicos das Unidades Básicas de Saúde (UBSs), pois estão diretamente envolvidos no atendimento à população. Tendo em vista que o uso de jogos digitais como promoção de aprendizado tem se consolidado em pesquisas e no mercado, destaca-se como possível solução o uso desse tipo de tecnologia para a promoção do aprendizado a respeito do câncer de pele, para médicos residentes da atenção primária à saúde. Sua efetividade pode contribuir para a redução do sofrimento e mortalidade dos pacientes portadores da doença e para a redução de custos do Sistema Único de Saúde (SUS).

**Palavras-chave:** Jogos Educativos; Jogos Sérios; Health Care; Jogos Digitais; Câncer de Pele.

PEREIRA, Y. H.. **Title of the Work**. 2019. 49p. Master's Thesis (Master in Science in Computer Science) – State University of Londrina, Londrina, 2019.

## **ABSTRACT**

The skin cancer sub-notification in Brazil is pointed out as a serious problem by the governmental institutions of dermatology, therefore, it is necessary to raise the awareness of the doctors who work in Basic Health Units (UBSs), since they are directly involved with the population care. Considering that the use of digital games as learning favoring has been consolidated in research and in the market, the possible solution is the use of this type of technology to promote learning about skin cancer, for resident doctors who develop the first primary health care. Its effectiveness can contribute to the suffering and mortality reduction of patients who have the disease, also reduce the costs of the Unified Health System (SUS).

**Keywords:** Serious Games; Educational Games, Health Care; Digital Games; Skin Cancer;

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxo da elaboração de um jogo sério (Fonte: [1]) . . . . .	14
Figura 2 – Análise de Assimetria (Fonte: Stolz [2]). . . . .	17
Figura 3 – Análise das Bordas (Fonte: Stolz [2]). . . . .	17
Figura 4 – Lesão com estruturas combinadas (Fonte: Stolz [2]) . . . . .	17
Figura 5 – Apps simulation, a list of apps at left and a a non-player character contact at right . . . . .	21
Figura 6 – Screen that present the skin lesion picture for analysis . . . . .	21
Figura 7 – Where the avatars will be instantiated. . . . .	22
Figura 8 – Melanoma à esquerda e uma pinta à direita (UMCG) . . . . .	22
Figura 9 – Logotipo do jogo Orange Care . . . . .	26
Figura 10 – Template de personagem . . . . .	26
Figura 11 – Cenário consultório - relação das cores utilizadas no cenário. . . . .	26
Figura 12 – Exemplo de fluxo de telas . . . . .	27
Figura 13 – Fenótipo para um personagem . . . . .	29
Figura 14 – Grafo de ações utilizadas para a geração do roteiro do jogo. . . . .	32
Figura 15 – Fluxograma do algoritmo gerador de roteiros. . . . .	34
Figura 16 – Etapa de análise da Simetria. . . . .	42
Figura 17 – Etapa de análise das bordas. . . . .	43
Figura 18 – Fluxograma do algoritmo gerador de roteiros. . . . .	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pesos e Pontos do sistema ABCD . . . . .	18
Tabela 2 – Fator DPV . . . . .	18
Tabela 3 – Metadados de uma imagem do banco ISIC-ARCHIVE . . . . .	28
Tabela 4 – Metadados de uma imagem do banco ISIC-ARCHIVE . . . . .	30
Tabela 5 – Representação do Vértice . . . . .	32
Tabela 6 – Descrição detalhada de cada vértice do grafo . . . . .	33
Tabela 7 – Dados das mostras de lesões retiradas do banco de imagens. . . . .	37
Tabela 8 – Entrada da primeira execução do algoritmo. . . . .	38
Tabela 9 – Saída da primeira execução do algoritmo. . . . .	38
Tabela 10 – Saída da segunda execução do algoritmo. . . . .	38
Tabela 11 – Saída da terceira execução do algoritmo. . . . .	38
Tabela 12 – Saída da quarta execução do algoritmo. . . . .	39
Tabela 13 – Saída da quinta execução do algoritmo. . . . .	39
Tabela 14 – Primeira entrada do algoritmo gerador de roteiro. . . . .	39
Tabela 15 – Segunda entrada do algoritmo gerador de roteiro. . . . .	39
Tabela 16 – Primeira solução encontrada para a primeira entrada. . . . .	40
Tabela 17 – Segunda solução encontrada para a primeira entrada. . . . .	40
Tabela 18 – Terceira solução encontrada para a primeira entrada. . . . .	40
Tabela 19 – Primeira solução encontrada para a segunda entrada. . . . .	41
Tabela 20 – Segunda solução encontrada para a segunda entrada. . . . .	41
Tabela 21 – Terceira solução encontrada para a segunda entrada. . . . .	42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
IBGE	Instituto Nacional de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Jogos Educativos</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Sistema ABCD</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Geração Procedural de Conteúdo</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>ORANGE CARE</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Coleta de Imagens</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Entrevistas no Hospital das Clínicas</b> . . . . .	<b>22</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Seleção de Palavras</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>3.3</b>	<b>Desenvolvimento do Jogo</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>3.4</b>	<b>Implementação do PCG</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Personagens</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Roteiro</b> . . . . .	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO E RESULTADOS</b> . . . . .	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados da técnica de GPC</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Personagens</b> . . . . .	<b>37</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Roteiro</b> . . . . .	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b>O Jogo</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> . . . . .	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>45</b>
	<b>Trabalhos Publicados pelo Autor</b> . . . . .	<b>49</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Os cânceres de pele podem ser classificados em dois tipos, melanoma e não melanoma [3]. O tipo não melanoma pode apresentar tumores de diferentes linhagens, onde os mais frequentes são o carcinoma basocelular e o carcinoma epidermoide. Esses dois tumores malignos apresentam-se de forma diferente ao exame clínico e ao exame histopatológico, no entanto, ambos são parecidos quanto ao prognóstico (baixa letalidade) [3].

O melanoma cutâneo é um tipo de câncer de pele que tem origem nos melanócitos (células produtoras de melanina, substância que determina a cor da pele) e tem predominância em adultos brancos [4]. É uma doença de causas múltiplas, principalmente hábitos alimentares, prática do fumo, processo de envelhecimento e fator genético. Também são motivos os fatores ambientais, socioeconômicos, costumes e estilo de vida. [5, 6, 7]

No Brasil, o tipo não melanoma é o mais frequente, segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA)<sup>1</sup>, correspondendo a 30% dos tumores malignos registrados no país, e seu principal fator de risco é a exposição excessiva à luz solar. Em contrapartida, o melanoma cutâneo representa apenas 3% das neoplasias malignas do órgão, apesar de ser de baixa incidência, é o mais grave, devido à sua alta possibilidade de metástase. Em geral, o tipo melanoma inclui histórico pessoal ou familiar de melanoma, além da exposição esporádica e intensa aos raios ultravioleta [3].

Também constatado pelo INCA, a estimativa de diagnósticos em 2016 para os tipos não melanoma é de 176 mil casos e mais de 1.700 mortes, para o tipo melanoma cutâneo 5 mil casos e cerca de 1.500 mortes. Essa, considerada uma baixa mortalidade, ainda constitui uma das causas apontadas para a subnotificação do câncer de pele não melanoma [3].

Porém o diagnóstico e tratamento precoce são fundamentais para reduzir a mortalidade do melanoma [8]. A subnotificação do câncer de pele não melanoma e a potencial gravidade do melanoma corroboram a necessidade de ações para reforçar a detecção e diagnóstico precoce, dentre os quais o auxílio aos profissionais da Atenção Primária à Saúde se destaca, já que médicos das Unidades Básicas de Saúde (UBSs) são responsáveis pelo atendimento de 75% da população brasileira [9].

Esse atendimento em grande escala pode deixar de utilizar regras simples que podem fazer a diferença para a notificação precoce do câncer, isto por consequência da falta do conhecimento dessas regras e informações específicas de determinadas especialidades. Neste caso, na análise da lesão de pele, os dermatologistas consideram um sistemas de

---

<sup>1</sup> <<https://www.inca.gov.br/>>

regras simples como guia para o diagnóstico, e.g., sistema ABCD (Assimetria, Borda, Cor e Diâmetro).

Decerto que esse atendimento em grande escala pode não possuir os aparelhos necessários, como o dermatoscópio que é utilizado pelos dermatologistas para ampliar a visão da lesão, mas a análise clínica mesmo sem o auxílio desses equipamentos pode ser aprimorada.

O uso desses tipos de sistemas evidenciam a importância de características geométricas e de pigmentação da lesão, as quais também podem ser obtidas e processadas em um computador, uma vez que a imagem da lesão tenha sido capturada. Tendo em vista promover o diagnóstico e tratamento precoce do melanoma, além dos sistemas como o ABCD, pesquisas multidisciplinares têm contribuído com soluções computacionais ou softwares para o auxílio no processo de diagnóstico. Dentre essas pesquisas estão [1] que ilustra os diferentes segmentos de jogos educativos na área da saúde, [10] faz o uso de clustering para processamento de imagem, [11] conjunto de alterações em escalas de contraste em imagens, [12] processamento de cor e textura de uma imagem, [13] “Energia da Cor” com técnicas de processamento de sinais, algoritmos não supervisionados como em [14] e uma rede neural que tenta prever uma lesão suspeita [15].

Nos últimos tempos, muito se fala em engajamento e motivação dos educandos em contextos de ensino. Com o avanço tecnológico, acalorou-se a discussão em torno da utilização dos recursos virtuais como ferramentas de promoção da interatividade – e, consequentemente, da absorção e retenção de conteúdos – em sala de aula. Sobre esse tópico, muitos autores dissertaram acerca dos benefícios de simulações e sistemas gamificados como suporte aos processos de ensino e treinamento, adicionando elementos lúdicos e instigando a curiosidade.

O uso desses recursos virtuais como metodologia para ensino pode proporcionar uma contribuição significativa para a redução de custos e um alcance mais efetivo, considerando que as atividades tradicionais (aulas presenciais, distribuição de material impresso) muitas vezes acaba limitando esses requisitos. Portanto, este trabalho considera a importância dos Serious Games na educação, ao sugerir o uso de tal metodologia como alternativa para a educação desses médicos a respeito do diagnóstico do câncer de pele.

Neste trabalho será desenvolvido o Jogo "Orange Care", que visa ensinar a técnica ABCD utilizada pelos dermatologistas para os médicos da atenção primária à saúde. Este trabalho é dividido nas seguintes cinco seções: A primeira, esta introdução. A segunda seção apresenta um apanhado da literatura sobre os conceitos abordados neste trabalho, bem como suas possibilidades de aplicação e benefícios encontrados. Na terceira seção o desenvolvimento do jogo Orange Care é apresentado com detalhes. A quarta seção ilustra o processo de avaliação do jogo, feita por um conjunto multidisciplinar de profissionais. Já na quinta e última seção, são descritas as considerações finais e trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Jogos Educativos

As características lúdicas presentes nos jogos digitais tem como objetivo proporcionar imersão e engajamento do jogador. Tendo em vista utilizar esse aspecto do jogo para transmitir um determinado conteúdo sério de forma mais atrativa e dinâmica, os Jogos Educativos ou *Serious Games* tentam fazer o uso dessa abordagem enquanto mantém o material íntegro apresentado com clareza e coesão [16].

Para construir essa dinâmica são considerados diversos fatores como: a fantasia, o desafio para alcançar maestrias, recompensa, passagem de fases, constante evolução, gameplay (diversas experiências para o jogador dentro do jogo virtual), fluxo e feedback imediato (retorno de qualquer interação com o mundo virtual). A prática dessas características em um jogo educativo pode ser melhor elaborada se acompanhada por pedagogos, professores, psicólogos ou designers instrucionais. O acompanhamento desses profissionais contribui para um melhor planejamento da prática de ensino com o conteúdo audiovisual e suas interações [17].

As Simulações virtuais são utilizadas em diversas áreas, atuando como auxílio no preparo de profissionais [18], auxílio em pesquisas acadêmicas [19], gastronomia [20], auxílio para ensino [21], prever comportamentos de humanos [22], vendas [23], negócios [24], entre outros. Como apresentado em [25], o termo “Simulador”, neste contexto, pode ser interpretado de duas formas, sendo a primeira delas um jogo que simula a realidade com fantasia, como por exemplo o jogo *The Sims* onde o jogador é inserido em uma espécie de simulador social e a segunda interpretação seria uma representação mais próxima da realidade (exemplo: um simulador de carro para auto-escolas).

Os jogos sérios e as simulações que possuem intuito de ensinar um conteúdo específico, utilizam uma prática chamada Gamificação (*Gamification*), a qual consiste no uso das características lúdicas dos jogos em outros contextos tentando promover o engajamento dos usuários no sistema [26]. Tais características podem ser visualizadas no trabalho de *Poplawski* [27]. Ademais, os elementos clássicos de *gamificação*, como pontuação e competição entre usuários podem não ser desejados em ambientes de aula, porém pode-se utilizar outros elementos, como completar todos os passos de uma determinada tarefa, para um melhor engajamento do usuário [28].

Além disso, o conteúdo didático utilizado em uma simulação ou jogo sério pode ser criteriosamente analisado em seu período de testes, pois assim torna-se possível a análise dos elementos gamificados (lúdicos) na prática, destacando aqueles que podem atrapalhar

a absorção do conteúdo principal a ser transmitido. Os elementos de gamificação muitas vezes não são notados pelos usuários, isso pode ocorrer devido ao desconhecimento desses elementos, ou também por essas características não serem muito explícitas [28].

Assim como a construção de um jogo comum, o desenvolvimento de um jogo sério necessita a definição prévia de quais tecnologias e ferramentas serão utilizadas, assim como o conteúdo que será utilizado no jogo. Como ilustrado na Figura 1, o time de desenvolvimento (Developer Team), composto por profissionais de diferentes áreas como Designer e Programador, definem as ferramentas (Tools), o conteúdo (Content) e as tecnologias (Technology), para depois definir melhor os objetivos e o gênero do jogo. Dentre as ferramentas comumente utilizadas no mercado de jogos há a *Game Engine*, a qual se trata de um software que possui um ambiente completo com os recursos necessários para o desenvolvimento de um jogo. Outros exemplos de ferramentas seriam os softwares de modelagem 3D e outros diversos tipos de software de edição de imagens, áudios e Assets<sup>1</sup> em geral [1].

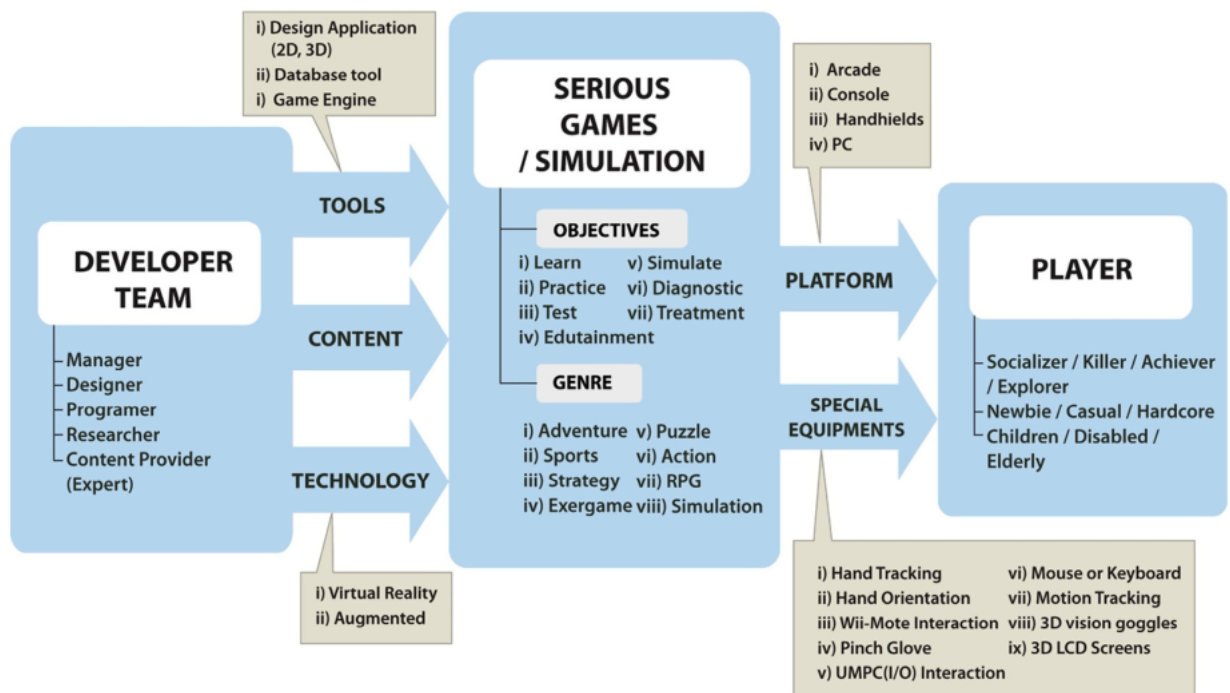


Figura 1 – Fluxo da elaboração de um jogo sério (Fonte: [1])

Ainda em [1] são apresentadas classificações para o desenvolvimento de Jogos Sérios na área da saúde, as quais tangem três principais elementos, sendo eles: Player (Jogador), Saúde e a Aplicação (Serious Game). A seguir estão listadas as classificações de acordo com esses três elementos:

<sup>1</sup> Arquivos de diversos tipos de extensões, como JPG, MP3, MP4 entre outros, que são utilizados na construção do jogo

**Player** : Experiência (Profissional ou Não Profissional); Bem Estar (Paciente ou Não Paciente).

**Saúde** : Estágio de doença (Susceptibilidade, Presintomático, Doença Clínica, Incapacidade).

**Aplicação** : Propósito do Jogo (foco em entretenimento, saúde ou treinamento); Funcionalidade (Tecnologias, Gênero do Jogo, Processo de monitoração, ferramentas, etc.).

Além desse tipo de classificação vale considerar os gêneros de jogos que são utilizados com base nos tipos de jogadores. Como por exemplo um jogo de RPG (*Role Playing Games*) ou Aventura, neste caso os jogadores que gostam de explorar mapas e game-play geralmente são mais atraídos, assim como os jogos de estratégia atrai mais pessoas estrategistas e de esportes atrai melhor pessoas que gostam de esportes. Essa escolha pode influenciar muito na complexidade do jogo, como por exemplo os jogos multiplayer, geralmente mais utilizados para um público que tenha melhores habilidades sociais.

Em [1] é apresentado um survey de Serious Games que apresenta dados quantitativos a respeito do gênero, tecnologia utilizada, plataforma e público alvo dos jogos pesquisados. O survey aponta que os gêneros “Ação”, “Puzzle” (quebra-cabeça) e “Aventura” são predominantes entre os diversos gêneros encontrados na pesquisa. Também foi avaliado que, dentre esses jogos, aqueles que foram desenvolvidos para jogadores que são médicos (não pacientes) são na maioria dos gêneros “Simulação”, “Exergames” (jogos que utilizam equipamento para captura de movimento) e “Puzzle”.

A fim de atender um público mais genérico com vários estilos de jogadores e de diferentes idades, pode-se adotar regras mais simplistas como atingir objetivos e vencer obstáculos, considerando que um serious game deva proporcionar diversão sem exagerar em um estilo específico [1]. Também é possível fazer o uso de equipamentos que proporcionem melhor imersão ou exijam movimentos do jogador, para que este interaja com o jogo através de movimentos, o que também pode ser utilizado como auxílio para fisioterapia.

Para o desenvolvimento do jogo, pode-se adotar como ponto de partida para a concepção de seu conteúdo a coleta de ideias utilizando uma técnica chamada Brainstorming. As características obtidas com a técnica podem apontar escolhas de gênero (Corrida, Esporte, etc.), tipo de jogador (público alvo), história, personagens, gameplay, entre outras. A técnica Brainstorm consiste em coletar elementos aleatórios tais como nomes, itens e palavras em geral para criar um conjunto e posteriormente organizá-lo de uma forma legível, ligando itens e criando várias vertentes de histórias. O brainstorming é difundido por sua simplicidade, sendo utilizado em várias áreas que envolvem o processo de criação, como design e marketing. Há dezenas de variações diferentes da técnica brainstorming e a

que possui uma grande aplicabilidade em design de jogos é a Clássica, por causa de seus resultados imediatos e a ausência de regras rígidas [29].

Uma vez que as características principais estejam definidas e respeitem os requisitos preestabelecidos no escopo do projeto, essas podem ser documentadas a fim de proporcionar clareza, evitar ambiguidade, servir de auxílio para a comunicação da equipe e registrar o progresso do desenvolvimento. Como exemplo, a sugestão de [30] utiliza um método orientado a partir do storyboard (desenhos de quadros-chave representando ações), que utiliza ferramentas auxiliares para melhorar a comunicação e desempenho entre escritores, artistas e programadores.

No que tange à escolha de ferramentas para a produção desses jogos, [1] aponta como tecnologias mais utilizadas o *Flash Engine* e o *Unity3D Engine*. Seus resultados demonstram também o aumento do uso de Serious Games como ferramenta de aprendizado desde 2005.

## 2.2 Sistema ABCD

Para distinguir uma lesão de pele entre nevos melanocíticos e nevos atípicos e também se esta lesão é maligna ou benigna, o sistema ABCD descrito por *Stolz et. al* [2] é utilizado com o auxílio de um dermatoscópio para análise visual de uma lesão de pele. O exame de dermatoscopia utiliza esse auxílio óptico para ampliar a visão e facilitar a análise das características visuais da lesão, cuja análise multivariada respeita quatro critérios importantes no sistema ABCD: Assimetria, Bordas irregulares (quebras abruptas do padrão de pigmentos na borda da lesão), Cores (variação) e Diferença na estrutura da lesão (simetria). Cada critério agrega um sistema semi-quantitativo de pontos, que servirão de resultados para tomada de decisões.

A Assimetria da lesão é avaliada com uma cruz sobreposta à imagem, ou seja, duas retas perpendiculares que dividem a imagem em quatro partes, como demonstra a Figura 2. O valor 1 é dado para assimetria em apenas um eixo e 2 ambos os eixos.

Com a imagem dividida em oito partes, como demonstrado na Figura 3, é possível observar melhor as mudanças abruptas no padrão da borda da lesão. Para cada segmento que possui uma mudança desse tipo, um ponto é adicionado. O somatório desses pontos será utilizado no score geral para tomada de decisão.

Quando analisa-se o critério de cores, são contadas as diferentes cores que a lesão apresenta. As cores comumente citadas são: branco, vermelho, marrom escuro e claro, cinza azulado e preto. Considera-se como valor mínimo 1 e máximo 6 para essa contagem. Assim como a pontuação dos outros critérios, esta também será contada no score geral.

Para cada uma das diferentes estruturas conhecidas, são atribuídos valores de 1 à

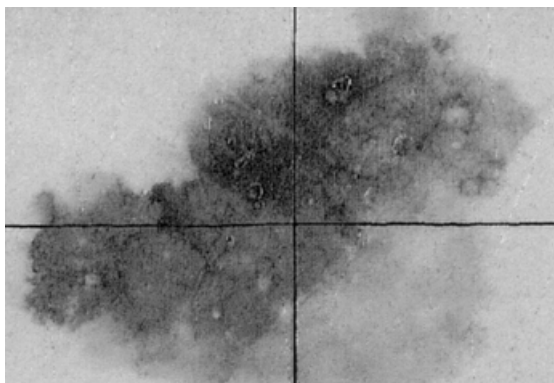


Figura 2 – Análise de Assimetria (Fonte: Stolz [2]).

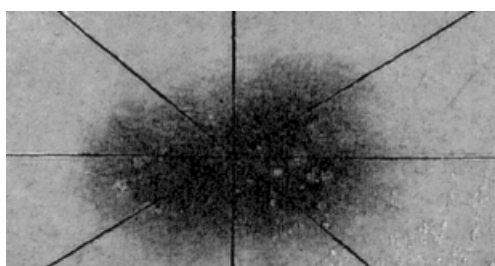


Figura 3 – Análise das Bordas (Fonte: Stolz [2]).

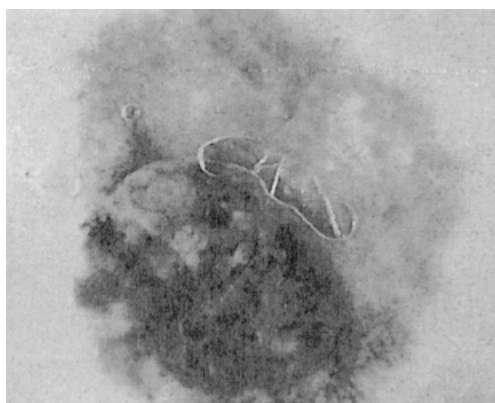


Figura 4 – Lesão com estruturas combinadas (Fonte: Stolz [2])

5 de acordo com a quantidade de estruturas em uma combinação. Essas estruturas são: reticular, área homogênea, pontos, glóbulos e listras. Uma lesão pode apresentar tipos combinados, como demonstra a Figura 4, a qual possui as cinco estruturas.

Por fim, as pontuações desses critérios são multiplicadas individualmente por diferentes pesos, os quais são apresentados na Tabela 1. A pontuação final para a tomada de decisão é obtida pela adição do resultado final dos quatro critérios, que deve resultar em um número entre 1.0 e 8.9. O resultado obtido na soma da pontuação dos critérios é

chamado de *Fator DPV* (Dermatoscopy Point Value). Esse valor é comparado e analisado de acordo com a Tabela 2 [2].

Tabela 1 – Pesos e Pontos do sistema ABCD

<b>Critério</b>	<b>Pontos</b>	<b>Pesos</b>	<b>Pontuação Mínima/Máxima</b>
(A) Assimetria	0-2	1.3	0.0/2.6
(B) Bordas	0-8	0.1	0.0/0.8
(C) Cores	1-6	0.5	0.5/3.0
(D) Diferentes estruturas	1-5	0.5	0.5/2.5
Pontuação Final (A à D)			1.0/8.9

Tabela 2 – Fator DPV

<b>DPV</b>	<b>Indicação</b>	<b>Ação</b>
< 4.75	Lesão Benigna	Acompanhamento clínico
> 4.75 e < 5.45	Lesão Suspeita	Retirada cirúrgica e/ou acompanhamento clínico
> 5.45	Lesão Maligna	Retirada através de cirurgia e encaminhada para exame anátomo-patológico para confirmação.

Juntamente com a análise das características visuais da lesão, o acompanhamento clínico complementa o possível diagnóstico com as informações obtidas na Anamnese e com a compreensão de padrões estatísticos temporais pertinentes ao crescimento da lesão e fatores externos. Com o intuito de identificar o crescimento maligno das lesões em seu estágio inicial, os dermatologistas utilizam esses meios comparando a lesão em diferentes tempos [31].

Ademais, ao que tange a atenção dada à esse assunto pela área de computação e equipes multidisciplinares, pode-se observar trabalhos como [32] que utiliza Redes Neurais para classificar imagens, [33] que sugere uma metodologia para segmentar e processar imagens ou [34] e [35] que sugerem diferentes metodologias de classificação de imagens, assim como outros trabalhos estudam diferentes maneiras de aprimorar cada vez mais esse tipo de análise em conjunto com a área da medicina.

## 2.3 Geração Procedural de Conteúdo

O evidente crescimento do mercado de Jogos Digitais e a concorrência dos seus desenvolvedores salienta a necessidade do aperfeiçoamento das técnicas de desenvolvimento e dos componentes do jogo, para assim aumentar a possibilidade de atingir a expectativa dos jogadores e proporcionar maior desafio e diversão. Considerando este aspecto, o qual se trata do engajamento dos jogadores [17], o desenvolvimento de um jogo pode ser tornar complexo e envolver áreas multidisciplinares, especialmente no caso dos Jogos Sérios, onde a equipe pode enfrentar maiores dificuldades em relação à comunicação e orçamento.

No que se refere a otimização de processos e criação de conteúdo, é de senso comum que os “Assets” (arquivos utilizados no jogo, e.g. .JPG, .PNG, .MP3, entre outros)

sejam reaproveitados, pois um jogo que requeira vários personagens ou uma narrativa complexa pode afetar diretamente o prazo e orçamento do desenvolvimento. Desta forma cria-se também uma necessidade maior do esforço humano no processo de criação [36][37]. Para tentar suprir essa necessidade e possivelmente tornar o jogo mais dinâmico, surge a Geração Procedural de Conteúdo (GPC ou do inglês Procedural Content Generation), uma técnica comumente utilizada na indústria de jogos digitais que consiste no uso de algoritmos para gerar o conteúdo do jogo de forma automática, mas para isso faz-se necessária a definição precisa de “conteúdo” de jogo.

A técnica de GPC necessita de uma entrada e uma saída bem definida, a qual pode sofrer interação humana no processo e também pode ser utilizada como ferramenta de *design* para instigar o processo criativo na construção de conteúdo. Dentro desta ótica, pode-se considerar conteúdo ou elemento de jogo mapas, cenários, itens, história, personagens, regras, armas e tudo aquilo que implica diretamente no *gameplay*. Para garantir um bom resultado com essa abordagem, é importante considerar as restrições do jogo, as quais definem situações desejadas e não desejadas, e.g. uma caverna onde não existe saída [38].

Dessa forma a GPC toma como principal desafio construir um ambiente que seja jogável, divertido e que não seja repetitivo. Em outras palavras, não gere cenários incompletos, *puzzles* (quebra-cabeças) impossíveis, personagens repetidos, missões repetidas, entre outros possíveis erros. Este trabalho considera duas abordagens em particular da técnica de GPC, as quais são utilizadas para construção de histórias e personagens, estas são aproveitadas para a construção do Serious Game chamado *Orange Care*, onde um ambiente clínico de UBS (Unidade Básica de Saúde) é simulado e o jogador realiza a anamnese. Além disso, o jogador também presenciará um ambiente onde uma imagem de lesão de pele será apresentada para que esta seja avaliada segundo o sistema explicado na seção 2.2.

Enfim, serão utilizados dois elementos de GPC no jogo *Orange Care*: geração de personagens e geração de histórias. Considerando que o ambiente do jogo necessita de muitos personagens e que a ideia de desenvolver um por um é impraticável, a técnica de geração de personagens facilita o processo de criação e ajuda a evitar repetições do material. A técnica utilizada para gerar os personagens neste trabalho utilizará um banco de dados de lesões para construir diferentes fenótipos de personagens e a partir do conjunto de dados obtidos somados ao conteúdo já utilizado, controlará o grau de dificuldade do jogo. Partindo dos personagens gerados, a geração do roteiro constrói os pontos de enredo (plots) [38], o conteúdo de conversas em janelas de chat onde os jogadores podem interagir com NPCs, e assim cria ações gatilho que o jogador possa fazer para atingir objetivos dentro do jogo.

### 3 ORANGE CARE

Orange Care é um jogo *mobile* (para dispositivos móveis) que tem como objetivo promover o conhecimento sobre diagnóstico de Câncer de Pele para médicos da atenção primária da saúde. Ao todo são três ambientes dentro do jogo, sendo o primeiro 2D que consiste em uma simulação de um celular, onde o jogador pode interagir com o mundo virtual, ou seja, conversar com NPCs para completar tarefas (Figure 5). O segundo ambiente, também construído em 2D, apresenta a imagem da lesão juntamente com as ferramentas necessárias para a análise (Figure 6), nessa tela o jogador também pode acessar uma área de chat para questionar o paciente a respeito da lesão. Terceiro e último ambiente, composto por um cenário 3D que representa a sala de atendimento onde o personagem do jogador e seus pacientes serão instanciados (Figure 7).

Através dos aplicativos da simulação, o jogador receberá o feedback sobre seu desempenho e progresso, como por exemplo um elogio de um colega de trabalho ou uma carta formal do diretor do hospital. Todas essas interações serão possíveis através dos apps de e-mail, chat e outros específicos. Mesmo que os pacientes tenham sido gerados automaticamente, cada um terá uma pequena narrativa, construída com base em templates de conversação. Já na tela de análise da lesão o jogador poderá mover e rotacionar marcações, para assim perceber as características geométricas da lesão e atribuir uma nota de acordo como sistema ABCD explicado na seção 2.2.

Este capítulo é dividido em três partes que explicam não só o desenvolvimento do jogo mas o processo de interação multidisciplinar para a concretização do mesmo. A primeira seção 3.1 tem o objetivo de explicar a pesquisa e coleta de imagens de lesões de pele. Na segunda seção 3.2 é comentado o processo de entrevista com médicos do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Londrina e seu objetivo na construção do jogo. Enfim na última seção 3.3 será descrito o desenvolvimento do jogo.

#### 3.1 Coleta de Imagens

As imagens utilizadas neste trabalho foram coletadas de 9 bancos de dados com imagens de lesões de pele do tipo melanoma e não melanoma (Figura 8), sendo a maioria dermatoscópicas, porém apenas 5 possuem acesso livre, requisitando apenas a referência do uso do banco. A primeira base ISIC-ARCHIVE<sup>1</sup> possui 13.791 imagens com descrições bem detalhadas sobre a lesão e o paciente. Já a segunda base é do departamento de dermatologia da Universidade do Centro Médico de Groningen (UMCG)<sup>2</sup> que possui 70

<sup>1</sup> <<https://isic-archive.com/#images>>

<sup>2</sup> <[http://www.cs.rug.nl/~imaging/databases/melanoma\\_naevi/](http://www.cs.rug.nl/~imaging/databases/melanoma_naevi/)>

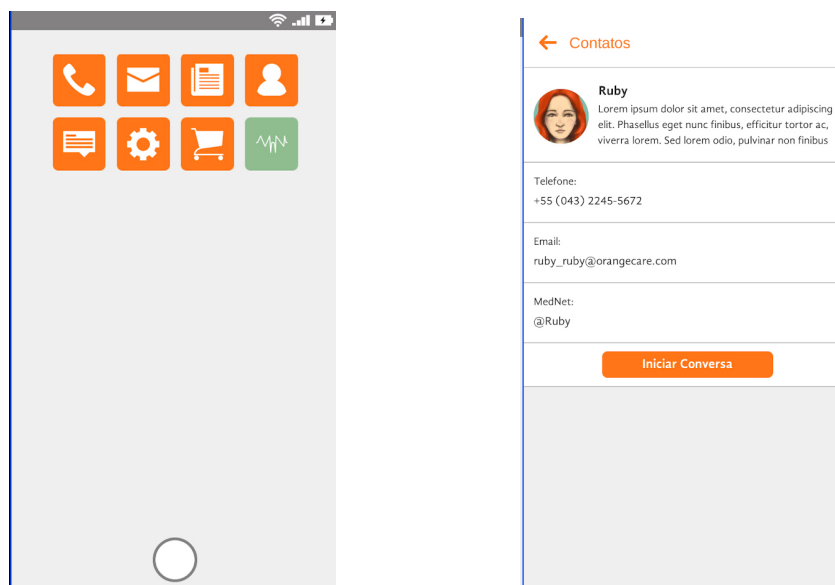


Figura 5 – Apps simulation, a list of apps at left and a a non-player character contact at right

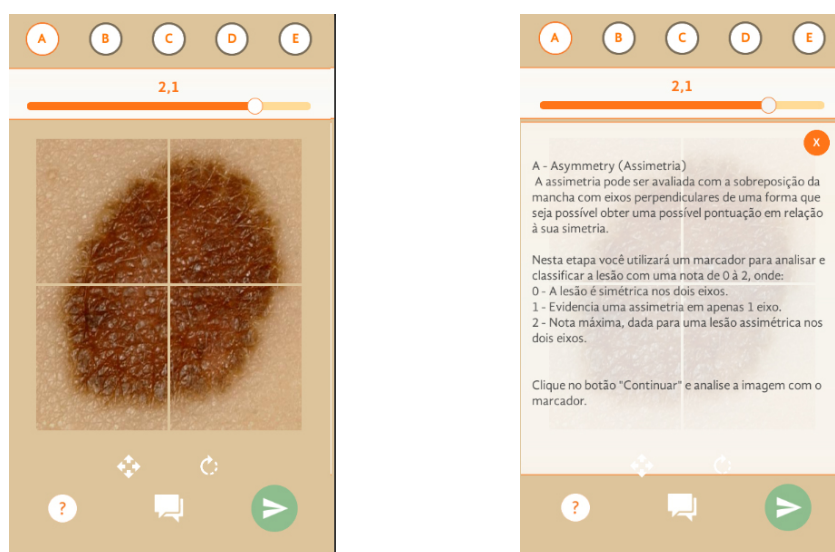


Figura 6 – Screen that present the skin lesion picture for analysis

imagens de melanoma e 100 imagens de pintas. A terceira base é a DermNet NZ <sup>3</sup>, que não foi possível obter uma contagem exata, contudo, possui diversas imagens categorizadas em vários tipos como "melanoma", "tumores", "Acne", entre vários outros. A quarta base é chamada Dermnet - Skin Disease Atlas<sup>4</sup>, assim como a terceira base de dados, esta não forneceu uma quantidade exatas de dados, porém existem várias padronizadas e com poucos detalhes. A quinta base de dados é chamada de ADDI - Automatic Computer-Based Diagnosis System for Dermoscopy Images<sup>5</sup>, além de ser uma base específica para

<sup>3</sup> <<https://www.dermnetnz.org/image-catalogue/lesion-tumour-and-cancer-images/>>

<sup>4</sup> <<http://www.dermnet.com/images/Melanoma-Skin-Cancer-Nevi-and-Moles>>

<sup>5</sup> <<http://www.fc.up.pt/addi/ph2%20database.html>>

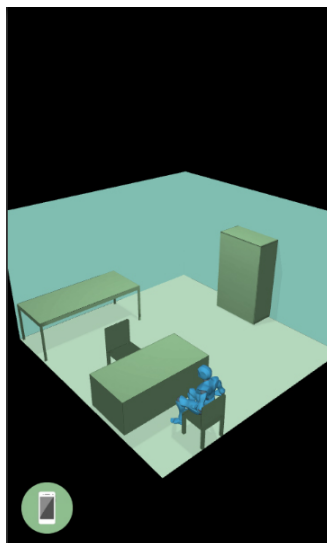


Figura 7 – Where the avatars will be instantiated.

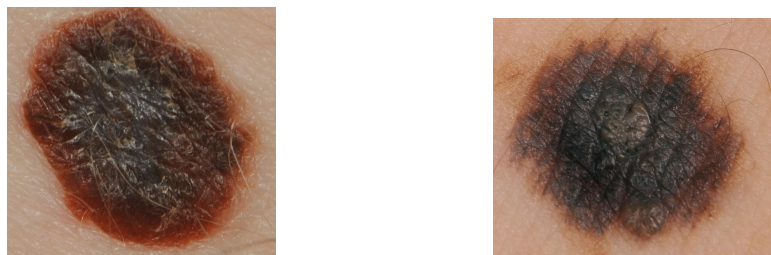


Figura 8 – Melanoma à esquerda e uma pinta à direita (UMCG)

este tipo de pesquisa (processamento de imagens), a base é Portuguesa, o que facilita a leitura. A sexta é que possui menos informações, com apenas 40 imagens sem padrão algum, que está disponibilizada na rede social Flickr<sup>6</sup>.

### 3.2 Entrevistas no Hospital das Clínicas

Para entender melhor como é o ambiente de atendimento do hospital, fez-se necessário uma visita ao setor de dermatologia. Como seria de se esperar, não foi possível participar do atendimento durante a análise de lesões, em contrapartida foram feitas várias reuniões com internos e residentes para uma discussão aberta sobre cada caso. Dessas reuniões, foram criadas diversas atas e extraído um conteúdo textual sobre as anamneses em um processo comumente utilizado em estudos de Processamento de Linguagem Natural (PLN) e disciplinas relacionadas à própria linguagem natural em forma de texto. Foi feita uma Análise Léxica com o objetivo de coletar e analisar as palavras utilizadas nesse contexto em específico, ou seja, exames clínicos de lesões de pele. Esse contexto geralmente é chamado de “sublinguagem”.

<sup>6</sup> <<https://www.flickr.com/groups/2733406@N25/pool/with/15813086138/>>

O conteúdo textual da análise léxica foi utilizado para a elaboração de templates de conversações de roteiro e também para a construção de um dicionário. Esse dicionário foi registrado em uma base de dados, suas palavras podem estar inteiras ou segmentadas em partes como radicais, junto com informações adicionais de seu significado, pois uma palavra pode ter um significado diferente do uso em um contexto amplo. As palavras segmentadas geralmente são morfemas de classificações de verbos, os quais possibilitam gerar diferentes palavras.

### 3.2.1 Seleção de Palavras

O processo de seleção de palavras foi feito em três etapas: reuniões com médicos residentes e dermatologistas no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Londrina; leitura da bibliografia indicada (recomendada por um especialista em dermatologia); consultas em websites como INCA[39] (Instituto Nacional de Câncer de Pele) e SBD [40] (Sociedade Brasileira de Dermatologia).

Combinando dois tipos de discurso, o discurso formal (dos livros) e o discurso informal (entrevistas e websites), foi possível construir uma ontologia de palavras a respeito do assunto, a qual demonstra várias sínteses para uma mesma pergunta em uma anamnese dermatológica. Essas questões foram utilizadas na construção de *templates* de conversação para o roteiro do jogo. Algumas dessas perguntas são listadas abaixo:

- *Ocorre com que frequência?*
- *Esteve em mais lugares?*
- *Você se expõe muito ao sol?*
- *Qual a sensibilidade na área da lesão?*
- *Alguém da família teve algo parecido?*
- *O tamanho da lesão mudou?*
- *A lesão possui simetria em formato de cruz?*
- *A lesão possui bordas irregulares?*
- *Possuiu várias tonalidades de cor?*
- *A lesão possui um brilho perolado?*
- *Há quanto tempo surgiu?*
- *Já furou a orelha?*
- *Está tomando algum remédio?*

- *Mora em campo ou cidade?*

Quando não relacionadas às regras ABCD, como “A lesão possui bordas irregulares?” ou “A lesão possui um brilho perolado?”, as perguntas tentam obter informações a respeito das tarefas cotidianas e histórico pessoal e familiar do paciente. Há também perguntas sobre a evolução das características adquiridas pelo sistema ABCD, como por exemplo a pergunta “O tamanho da lesão mudou?”.

O uso desse conjunto de palavras pode não limitar-se apenas a construção do roteiro do jogo, este conjunto pode também ser utilizado para possíveis trabalhos futuros na área de Processamento de Linguagem Natural como em [41].

### 3.3 Desenvolvimento do Jogo

Os termos coletados do conteúdo educativo que será abordado no jogo também foram considerados na aplicação da técnica do Brainstorming, com o intuito de adquirir uma solução homogênea, ao invés de tentar agrupar o conteúdo educativo posteriormente. Abaixo são demonstrados os resultados obtidos do Brainstorming com quatro participantes.

**Etapa 1 - Palavras coletadas em um intervalo de 30 minutos:** Análise de Imagens; Ensino; Puzzle; Quiz; Sci Fi; Multiplayer ; Online/Offline; Mobile; Gamificação; Campanha; PCG; Obstáculos; Ferramentas; Perspectiva de Câmera; Save após consulta / pós level; Níveis; Consultórios; NPC (non-player characters); Idiomas; Game Over ; Loja Interna; Recompensas; Tutoriais; Trilha Sonora; Efeitos Sonoros; I.A. (Inteligência Artificial); Aspectos Cômicos; Banco de Imagens; Notificação Push; Pontuação; Interatividade entre jogadores; Realidade aumentada; Interface; Missões; Exercícios; Robôs; Cadastro; Avatar; The Walking Dead; Mentor; Penalidades; Sim City; Filosofia; Drogas; Cenários; Personagens; Tomadas de decisões; Barras de Status; Skills.

**Etapa 2: Conjunto de termos relacionados em um intervalo de 20 minutos:**

- Sci fi, Online, Mobile, I.A., Cômico, Realidade Aumentada, Missões, Mentor, Robôs;
  - Puzzle, Análise de imagem, Game Over, NPC, Realidade Aumentada, Perspectiva de Câmera (1o Pessoa);
  - NPC, I.A, Offline, Campanha, Níveis, Mentor, Cômico, Pontuação, Bando de Imagens, Interface, Realidade Aumentada;
  - Missão, Níveis, Mentor, Tutorial, Trilha Sonora, Efeitos Sonoros;
  - Consultório, Cenários, NPC, I.A., Tutoriais, Análise de Imagem, Obstáculos, Níveis, Mentor, Pontuação, Recompensa, Game Over;

- Personagens, Robôs, Tutoriais, Análise de Imagens, Ensino, Puzzle, Quiz, Interface;
- Sim City, I.A., NPC, Mentor, Tomadas de decisões, Barras de Status, Recompensa, Pontuação, Cômico;
- Multiplayer, Gamificação, Interatividade entre jogadores, Tutorial, Pontuação, Recompensa.

Dentre as ideias que surgiram com as ligações feitas na etapa 2, a escolhida para encubação é descrita da seguinte forma:

*Jogo mobile similar ao "Sara is Missing", onde o jogador poderá navegar em uma interface que simula um celular. Através das funções já conhecidas do celular (e-mail, sms, etc.) o usuário se comunicará com outros personagens fictícios (NPCs). Haverá uma opção chamada "Ir ao consultório", quando escolhida, a tela do jogo será modificada para um cenário de um consultório, onde será possível anteder um paciente (NPC). Durante o atendimento, o jogador poderá entrar em modo de exame, onde poderá fazer perguntas enquanto analisa as fotos das lesões daquele paciente específico. A cena do consultório será em 3D, e o término de todas as consultas geram feedbacks positivos ou negativos relacionados aos diagnósticos fornecidos pelo jogador. Todo feedback será adquirido através da comunicação do jogador com os NPCs (non-player characters), utilizando os aplicativos simulados. Os tipos de feedbacks variam como "elogios", "convocação para congressos", "palestras", "reconhecimento dos colegas de trabalho", entre outros.*

O escopo do jogo foi definido de acordo com esses resultados, os quais possibilitaram o processo da construção do mecanismo do jogo e inserção do conteúdo educativo. Esta etapa é abordada com mais detalhes na seção 4.

Neste projeto foi adotado o modelo de Brainstorming clássico, e para a documentação das características do jogo foi criado um documento chamado Game Design Document (GDD). O GDD é dividido em várias seções e contém uma descrição minuciosa de todos os aspectos do jogo, como por exemplo os tópicos de Copyright, Informações Técnicas, Gênero, Conceito Geral, Recursos e outros aspectos fundamentais do jogo. Também há uma seção para descrição do conteúdo audiovisual, incluindo a criação de marca (Figura 9), templates de personagens (Figura 10), cenário (Figura 11), fluxo de telas (Figura 12), templates de roteiros entre outros elementos.

Os requisitos de software foram mapeados e organizados juntamente com os diagramas de classe e de fluxo em uma seção específica de programação. Como trata-se de um jogo que consome uma API (Application Programming Interface) programada em um servidor, nesta seção também fica arquivado o documento de REST (Representational State Transfer), o qual possui todas as configurações da comunicação entre os dispositivos



Figura 9 – Logotipo do jogo Orange Care



Figura 10 – Template de personagem

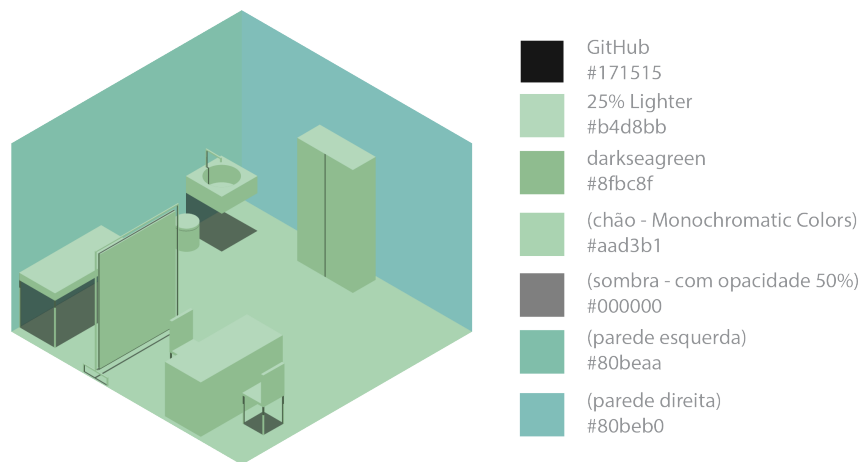


Figura 11 – Cenário consultório - relação das cores utilizadas no cenário.

móveis e o servidor, tais como Headers (metadados de uma requisição) e Corpo (dados que estão sendo transferidos).

No que diz respeito a escolha de tecnologias, vale ressaltar o quanto a jogabilidade é fortemente afetada. Um jogo que é projetado para receber comandos através do movimento do mouse é completamente diferente de um que utilize os botões de controles de consoles. Cada tecnologia possibilita um tipo de input, portanto, essa escolha deve ser feita junto a concepção do escopo do jogo. Talvez a ferramenta ou framework utilizado para o desenvolvimento facilite a adaptação dos inputs para mais de uma tecnologia (Crossplatform). Um bom exemplo de compatibilidade entre dispositivos e jogabilidade

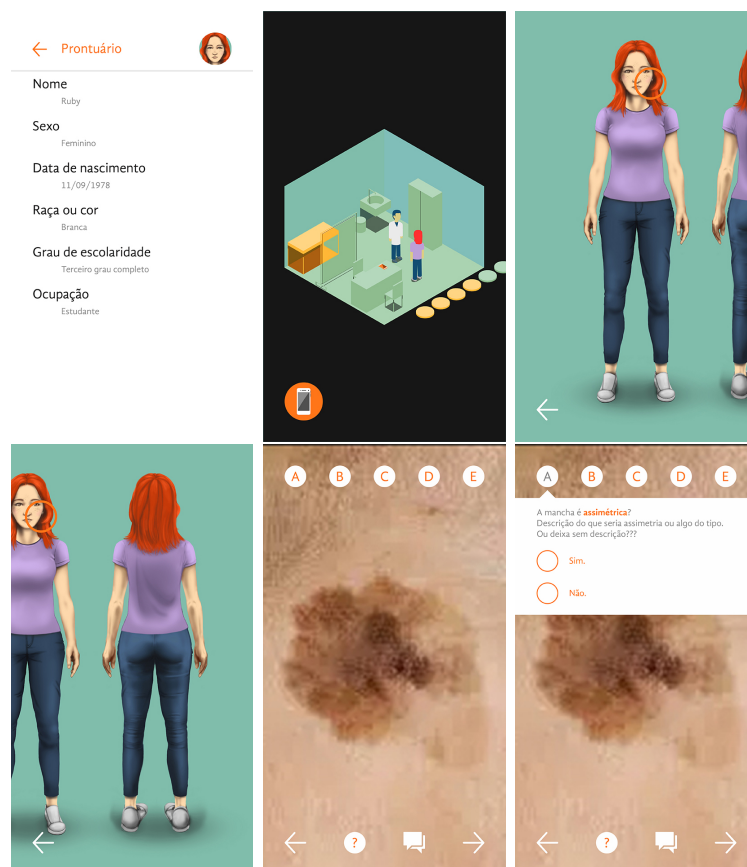


Figura 12 – Exemplo de fluxo de telas

pode ser notado no trabalho de [42], onde é demonstrado um dispositivo chamado *Phantom Omni Haptic*, o qual possibilita o manuseamento de uma agulha em um ambiente virtual de forma mais próxima a realidade.

Segundo o survey de [43], a lista das principais características funcionais fornecidas pela maioria das Game Engines são: *Codificação, Renderização, Animação, Comportamentos de Inteligência Artificial, Motor de Física, Renderização de áudio e Networking*. Ainda segundo [43], os principais frameworks que utilizam Interface de Usuário Gráfica (GUI) unem vários editores como: Level Editor (Criação de mapas e níveis), Editor de Scripts (Codificação), Editor de Material e Editor de Som.

Para o desenvolvimento de Orange Care foi utilizado a Game Engine *Unity 3D*, a qual foi escolhida por atender os requisitos supracitados, por ser open source (código aberto) e pela sua característica cross-platform (multiplataforma), ou seja, pode construir arquivos executáveis para diversas plataformas, e.g. iOS ou Android. Já para o server-side (servidor) foram escolhidas as tecnologias NodeJS e MongoDB. O sistema do server-side foi separado em dois módulos, sendo um para o código da GPC e outro para atender as requisições do client-side (jogo), assim tornando as partes independentes entre si. No banco de dados foram registrados os dados dos usuários, templates de conversações e objetivos e os conjuntos de dados para a construção dos personagens.

## 3.4 Implementação do PCG

### 3.4.1 Personagens

Utilizando as imagens coletadas do banco de dados ISIC-ARCHIVE<sup>7</sup> (Seç 3.1) a geração de personagens toma como ponto de partida os dados das amostras coletadas, os quais são descritos na Tabela 3. As imagens foram copiadas para um banco de dados local para realização de testes. Cada consulta ao banco, para adquirir imagens para o jogo, é considerado o nível de experiência do jogador (que sintetiza o nível de conhecimento a respeito de lesões de pele) e imagens já consultadas, para melhor controle de grau de dificuldade do jogo e evitar ao máximo o retorno de imagens repetidas. O grupo de imagens que retornarão servirão para a construção de genótipos dos personagens pacientes, que depois serão transformados em fenótipos (personagens completo com todas as suas características).

Tabela 3 – Metadados de uma imagem do banco ISIC-ARCHIVE

<b>age approx</b>	55
<b>sex</b>	female
<b>benign malignant</b>	malignant
<b>diagnosis</b>	melanoma
<b>diagnosis confirm type</b>	histopathology
<b>melanocytic</b>	true

Para satisfazer as condições que formam por inteiro um NPC, além das pesquisas no banco de imagens, é necessário a construção do fenótipo desse personagem. Considera-se então os dados da Tabela 3 para a construção do conjunto de dados que representam por inteiro o personagem, sendo estes: Lesão, Modelo 3D, Tronco, Cor da Pele, Nome, Cores para roupas e as imagens das roupas. Abaixo são listadas as composições de cada conjunto:

- Lesão: genótipo, conjunto de dados que caracteriza o diagnóstico e informações da pessoa real;
- Modelo 3D: composto por um conjunto de valores quais remetem aos atributos coletados da imagem. Com esses valores, é possível selecionar um template dentre os modelos 3d já construídos;
- Tronco, Nome e Cores: relação das características físicas do personagem (guardadas em um template) com os dados da lesão. Essa relação identifica quais sprites (imagens do jogo) e cores devem ser utilizados para representar o personagem, assim como o Modelo 3D. Alguns desses sprites são demonstrados na Figura 13;

<sup>7</sup> <<https://isic-archive.com/#images>>

- Cores: em específico, as cores são sobrepostas nos sprites brancos, a mistura de um hexadecimal de uma cor com as partes brancas do sprite resulta na cor do hexadecimal.

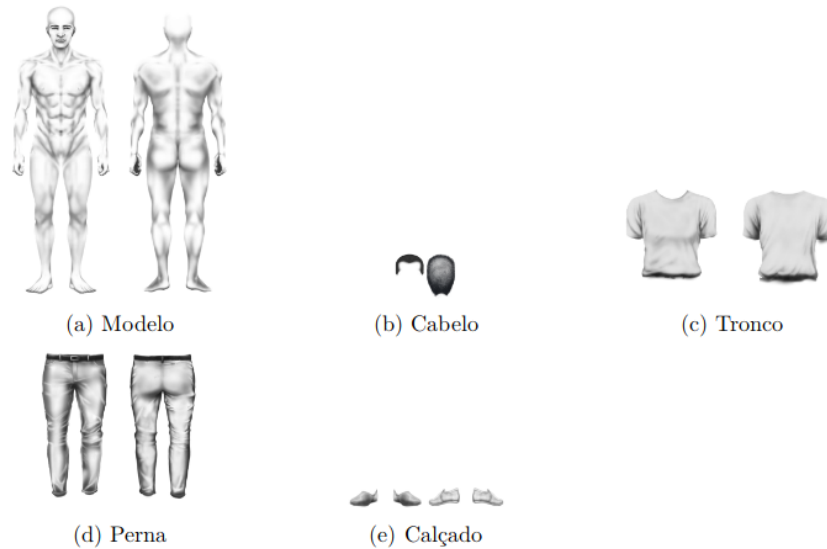


Figura 13 – Fenótipo para um personagem

Além dos dados da Tabela 3 existem outros atributos que não possuem utilidade para este fim, portanto foram ignorados e alguns descartados. Ademais, o personagem do paciente é formado pela junção desses itens e, para cada requisição de uma nova etapa do roteiro, feita pelo celular do jogador, um conjunto de personagens é gerado. Uma etapa de um roteiro só é finalizada quando todos os pacientes forem devidamente diagnosticados. O conjunto de personagens gerados para a etapa anterior à geração atual, também são utilizados como filtro, para evitar repetições.

Para o algoritmo de geração de personagens são utilizados quatro valores de entrada que são considerados pelos filtros de busca de imagens, esse filtro controla e limita a quantidade e tipos de lesões, conseqüentemente afetando a saída, a qual se trata dos personagens à serem gerados. Abaixo são descritos esses parâmetros:

- Etapa Anterior: vetor de objetos de personagens pacientes que foram diagnosticados pelo jogador;
- Experiência: valor inteiro que representa o nível de conhecimento do jogador a respeito de lesões de pele, esse valor é adquirido através de uma função específica que calcula os pontos adquiridos com os acertos do jogador;
- Quantidade de melanoma: valor inteiro que representa a quantidade desejada de personagens com melanoma;

- Quantidade de lesões comuns: valor inteiro que informa a quantidade desejada de personagens com lesões comuns

O processo de filtragem consiste em eliminar amostras coletadas do banco baseando-se em requisitos específicos informados como entrada para o algoritmo. e.g. considera-se como critérios de rejeição para uma amostra de lesão os valores de identificação ou um conjunto grande de atributos com valores iguais (para evitar repetições) e o nível de dificuldade das amostras (as amostras são catalogadas por nível de dificuldade). Dado um conjunto filtrado, um subconjunto deste é selecionado de forma aleatória, respeitando apenas a quantidade de cada tipo de elemento desejado.

Dentre os metadados das lesões, são utilizados como principais referências para a seleção os atributos “diagnosis confirm type” e “sex”, para a separação das amostras em subconjuntos. O mesmo ocorre para valores como “cor da pele” (hexadecimal a ser utilizado no jogo), o qual é selecionado aleatoriamente de um subconjunto filtrado através de um atributo da lesão chamado “race”. Da mesma forma a seleção do nome do paciente dar-se-á por meio do atributo “sex”, onde dois subconjuntos são separados para seus respectivos sexos e um terceiro é utilizado para a seleção do sobrenome do paciente. Os elementos escolhidos durante todo esse processo formam um paciente, como a lista de atributos demonstrados na Tabela 4. Esse procedimento é repetido até que toda a lista de pacientes tenham sido geradas.

Tabela 4 – Metadados de uma imagem do banco ISIC-ARCHIVE

<b>Atributo</b>	Descrição
<b>name</b>	Nome e sobrenome
<b>age</b>	idade coletada da imagem da lesão
<b>lesion</b>	conjunto de dados da lesão selecionada
<b>model</b>	identificação do modelo 3d (template)
<b>torso</b>	identificador do sprite de camiseta
<b>legs</b>	identificador do sprite da calça
<b>shoes</b>	identificador do sprite dos sapatos
<b>hair</b>	identificador do sprite do cabelo
<b>skin</b>	hexadecimal da cor da pele

Não houve necessidade da implementação de algoritmos evolutivos ou uma metodologia complexa de busca estocástica. Os filtros supriram as necessidades para a geração dos personagens, pois sua base, o conjunto de lesões, possui dados imutáveis. A ideia do uso de algoritmos complexos como esses também foi rejeitada devido ao tempo de resposta que o jogo necessita, pois a requisição para cada geração de conteúdo também considera uma narrativa além dos personagens. Além do tempo de resposta, a implementação de um algoritmo dessa complexidade não traria grande diferença para este projeto em específico.

### 3.4.2 Roteiro

Os objetivos que o jogador deve atingir são gerados por um mecanismo programado no servidor, assim como a geração de personagens. Para essa funcionalidade é utilizada uma técnica de Inteligência Artificial chamada *Partial Order Planning*, a qual é bem conhecida por estudantes de GPC. Essa técnica consiste na construção de um algoritmo que crie planos, considerando como entrada ou estado inicial um conjunto de estados que deverão ser mudados para atingir o critério de parada do algoritmo, que é uma plano concluído. Essa entrada pode ser o início de um plano (*Forward Planning*) ou o fim de um plano (*Regression Planning*).

Um Plano consiste em um conjunto de ações que o jogador deverá executar em uma missão no jogo, essas ações são utilizadas em conjunto com uma biblioteca de efeitos, os quais mudam o status dessas ações e possibilitam a resolução de objetivos complementares, tais como o uso dos operadores “Met()” (conhecer) e “Impress()” impressionar. O planejamento (construção do plano) envolve a busca por uma sequência de ações as quais atingem o objetivo desejado quando executadas.

Há também a possibilidade de dividir um grande plano em subproblemas, os quais podem ser ordenados, como por exemplo “Conhecer um personagem” antes de “Diagnosticar”. Neste caso ambos os problemas podem conter uma sequência de ações e limitações para que possam ser ordenados de acordo com a necessidade da implantação. Um exemplo de conjunto de ações é demonstrado na Figura 14

Sobre o roteiro existe um determinado operador que uma vez escolhida como parte da solução, essa ação deve aparecer uma quantidade específica no plano, e esse parâmetro não é possível de definir no PPO (Partial Order Planning) convencional, uma vez que esse planejamento estabelece as ligações entre as ações usando as precondições e efeitos de cada etapa.

Dada as descrições das circunstâncias inicial e os propósitos a serem conquistadas, para a formação de sequência de ações primeiramente criou-se um grafo que cada vértice representa um operador, e percorre as arestas de um modo que cria um caminho entre o operador que possui o estado inicial como precondição e outro operador que tem o efeito que atinge a meta, e salva esse percurso como um plano parcial. Ao obter todas as soluções parciais, as mesmas são ordenadas para eliminar as ameaças e une para formar um plano completo (roteiro).

O grafo de ações é orientado e suas arestas indicam os passos que são possíveis de serem executados em sequência, conforme a Figura 14 demonstra. Cada vértice é uma classe que representa uma ação no jogo, constituída de acordo com a Tabela 6 e Tabela 7, as quais descrevem melhor os detalhes utilizados nos operadores.

As strings contidas nos atributos “precond” e “effect” designa o estado do jogador

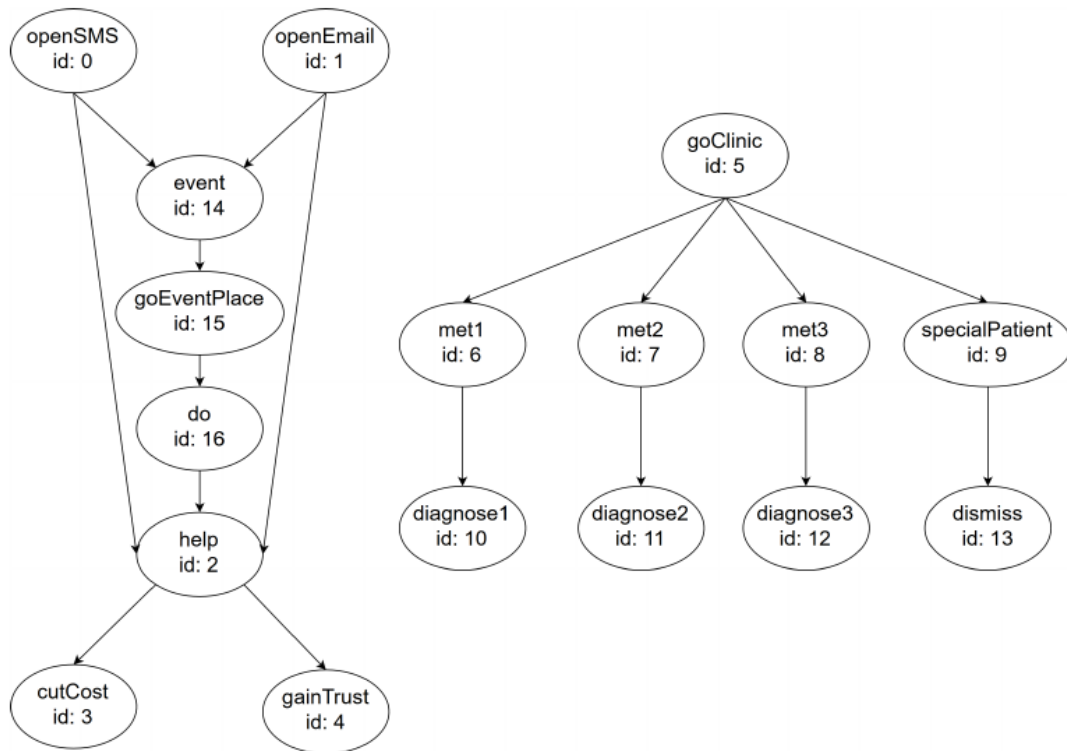


Figura 14 – Grafo de ações utilizadas para a geração do roteiro do jogo.

Tabela 5 – Representação do Vértice

Atributo	Descrição
<b>name</b>	Nome da ação
<b>id</b>	Valor de identificação da ação.
<b>preAction</b>	Vetor de valores de identificação de ações que devem ser realizadas para poder executar a ação do nó atual.
<b>edges</b>	Vetor de números para estabelecer as arestas entre dois nós.
<b>precond</b>	Vetor de strings que indica as precondições necessárias para executar a ação.
<b>effect</b>	Vetor de strings que indica os efeitos ao executar a ação.

ou ambiente que ele está dentro do jogo. Tendo como exemplo de um estado, a cadeia de caracteres “openSMS” descreve que o usuário abriu a tela de mensagens, e “-openSMS” é o oposto, indicando que o jogador não se encontra nessa tela.

Dado dois vetores de caracteres, um que representa estado inicial e outro o objetivo do jogador, uma busca é executada no grafo para encontrar a maneira de alcançar esse objetivo. Para obter a sequência de passos é empregado o método bottom-up, o qual irá procurar um nó que possui um valor de “effect” igual a meta (esse será a última ação para atingir o objetivo), e a partir desse ponto persegue o grafo usando o campo “preAction” até encontrar a primeira ação que possui “precond” similar à condição de início.

O algoritmo implementado possui três entradas: o estado inicial do jogador dentro

Tabela 6 – Descrição detalhada de cada vértice do grafo

name	id	preAction	edges	precond	effect
openSMS	0	-	2	$\neg$ atSMS	atSMS
openEmail	1	-	2	$\neg$ atEmail	atEmail
help	2	0, 1, 16	3, 4	-	-
cutCost	3	2	-	-	cutCost
gainTrust	4	2	-	-	gainTrust
goClinic	5	-	6, 7, 8, 9	$\neg$ atClinic	atClinic
met1	6	5	10	atClinic, $\neg$ metP1	metP1
met2	7	5	11	atClinic, $\neg$ metP2	metP2
met3	8	5	12	atClinic, $\neg$ metP2	metP3
specialPatient	9	5	13	atClinic, $\neg$ metSP	metSP
diagnose1	10	6	-	metP1	diagnosed1
diagnose2	11	7	-	metP2	diagnosed2
diagnose3	12	8	-	metP3	diagnosed3
dismiss	13	9	-	metSP	dismissSP
event	14	0, 1	15	event	doEvent
goEventPlace	15	14	16	doEvent, $\neg$ atEventPlace	atEventPlace
do	16	15	-	atEventPlace	doAction

do jogo, as metas que ele precisa alcançar para prosseguir para próxima fase e o grafo de ações para selecionar os passos necessários para atingir o objetivo. Os dois primeiros parâmetros são vetores de string que servem para a seleção de planos parciais e por fim unir esses planos e criar um único plano geral que atenda todas as metas a partir do estado inicial.

Para a criação de cada plano parcial deve ser referenciada as condições finais contidas na segunda entrada do algoritmo, iterando o vetor de metas e gerando a sequência de ações para respectiva meta. Nesse contexto um plano parcial é a sequência de ações para atingir uma das metas de um plano maior, o qual possui um estado inicial e final mais complexo. O objetivo final é unir todos os planos parciais para formar um único plano, e para isso é necessário fazer planejamento de todas as metas. Pelo contrário, se existe pelo menos um caso que não seja possível de criar um caminho entre o estado inicial e uma meta do plano parcial, resulta na falha do algoritmo.

Primeiramente seleciona-se uma meta do estado final, escolhe uma ação no grafo cujo o efeito desse possui o mesmo valor de “string” da meta e insere o identificador desse passo no vetor de plano parcial inicialmente vazio. A partir desse ponto, percorre o grafo de baixo para cima (bottom-up), seletando e adicionando ações no mesmo vetor, até encontrar uma ação cuja a precondição da mesma exista no estado inicial. O procedimento da criação do vetor é repetido até encontrar os caminhos de todas as metas.

A Ação com a identidade “2” é um caso especial para a criação do roteiro, pois somente para esse operador é estabelecida uma quantidade de vezes que deve ser executada, e para gerar aleatoriedade nas sequências é gerado um número real arbitrário entre 0 e 1 que será comparado com o valor 0,55, caso o valor gerado exceda esse número então

o algoritmo seleciona uma das ações contidas no atributo “preAction”; caso seja menor escolhe o operador “2” como parte do plano parcial, desde que a quantidade especificada não foi atingida. O fluxograma desse algoritmo é apresentado na Figura 15.

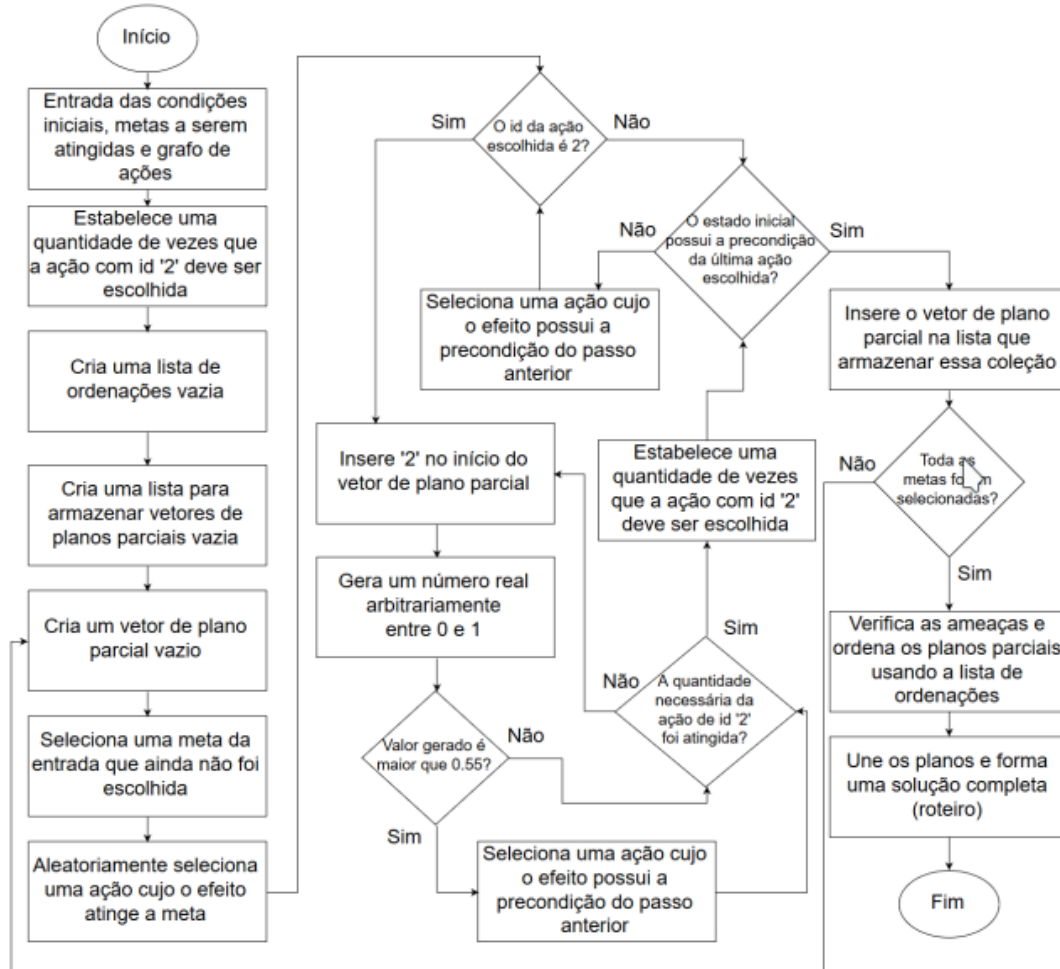


Figura 15 – Fluxograma do algoritmo gerador de roteiros.

Após a criação dos planos parciais de cada meta, os planos serão agrupados para formar uma única sequência de passos que satisfaça todas as condições do estado final. Para isso, primeiramente deve fazer a ordenação das soluções obtidas de tal forma que evite as ameaças. Nesse contexto, o termo ameaças é utilizado para sintetizar o problema de furos no roteiro, o que pode resultar em uma falha que impeça o jogador de concluir o roteiro.

A lista de ordenações criada no início do algoritmo é uma tabela hash que estabelece a ordem entre as ações que causam ameaças, ou seja, indica um rebaixamento para o passo ameaçador do qual o efeito produzido por este é uma negação da condição das outras ações. Cada índice da lista está associado ao identificador único da ação, e dentro esta tabela existem valores numéricos que determinam as ações que devem ser posicionadas depois desse identificador.

Para o preenchimento da tabela hash, inicialmente percorre os planos parciais na ordem em que foram geradas e escolhe cada ação (consideramos cada ação como A) que está contido no mesmo. Usando o efeito dessa ação A, obtêm todas as outras ações que estão nos outros planos parciais cujo possuem a pré-condição como a negação desse efeito. Esse conjunto indica quais ações dos planos parciais provocam ameaças com o operador A, e que devem ser estabelecidas as ordens para impedir estas ameaças.

A cada iteração no conjunto obtido, é verificado se o operador “A” está contido na lista de ordenações da ação atual do conjunto (ação C). Se o resultado é falso, então o identificador da ação A é inserida na tabela do índice da ação C, caso o resultado seja verdadeiro o valor da ação C é inserida na tabela do índice da ação A, então a tabela hash não é atualizada. O processo de preenchimento da tabela ocorre até percorrer todos os planos parciais.

Após o preenchimento da lista de ordenações, os planos parciais são ordenados com a base nessa lista. Considerando que esses planos estão armazenados em um outro vetor, os passos para ordenação são:

1. Seleciona um valor contido no vetor de planos parciais;
2. Obtém o conjunto de identificadores contidos na hash utilizando o índice atual e faz uma busca nos outros planos para identificar se pelo menos uma das ações pertence ao conjunto obtido;
3. Os planos obtidos com a ação anterior são posicionados no índice de vetor de planos parciais;
4. Volta para a etapa 1 até iterar todos os planos parciais.

Por fim, a ordem das soluções é mantida após a execução do processo descrito acima, o qual une todas as ações em um único vetor e elimina os valores repetidos, tornando então o plano completo. A saída do programa é uma sequência de números inteiros cujo indica um roteiro, ou seja, as ações necessárias que o jogador deve executar em ordem para avançar de fase. Cada valor desse conjunto é um identificador único que identifica a ação que o usuário pode realizar dentro do jogo, a contém um conjunto de templates para popular telas e interações no jogo.

O resultado obtido pelo algoritmo é enviado para o client-side (jogo), porém o jogador nunca saberá previamente os passos exigidos, uma vez que esses são ocultos. Os objetivos serão desbloqueados para o usuário de acordo com o seu progresso, seguindo a sequência que foi gerada.

## 4 AVALIAÇÃO E RESULTADOS

A avaliação do jogo será feita por um grupo de residentes em medicina do Hospital Universitário de Londrina, onde cada um desse grupo preencherá um questionário com dez perguntas. Essas perguntas foram extraídas do modelo de avaliação de usabilidade *System Usability Scale (SUS)*, o qual foi criado em 1996 por Brooke [44]. O sistema avalia principalmente três critérios, sendo eles: Efetividade, Eficiência e Satisfação.

Em relação ao termo Satisfação vale ressaltar que este abrange também a avaliação da Gamificação, uma vez que esta proposta tem como objetivo satisfazer o jogador proporcionando diversão. Já para Efetividade e Eficiência, pode-se considerar a retenção do conteúdo educativo, por parte dos jogadores, e a jogabilidade para executar os passos no jogo, respectivamente.

Serão utilizadas 10 perguntas do sistema SUS e os jogadores deverão votar se concordam ou não com cada uma utilizando a Escala Likert, informando um valor de 1 à 5, onde 1 o usuário discorda completamente e 5 concorda completamente. As questões são listadas em seu texto original abaixo:

1. *Você acredita que utilizaria esse sistema frequentemente?;*
2. *Você achou o sistema complexo?;*
3. *Você achou o sistema fácil de usar?;*
4. *Acha que seria necessário um suporte técnico para o uso do sistema?;*
5. *Acredita que as funções do sistema foram bem integradas?;*
6. *Achou o sistema inconsistente?;*
7. *Você acha que as pessoas podem facilmente aprender a utilizar o sistema?;*
8. *O sistema apresentou lentidão?;*
9. *Se sentiu confiante utilizando o sistema?;*
10. *É necessário muito conhecimento prévio para utilizar o sistema?.*

O score do sistema SUS atribui às respostas ímpares o seu valor escolhido subtraído por 1, ou seja, se o usuário escolher 3 o valor será 2. Para as respostas pares é considerado o resultado da subtração de 5 pelo valor escolhido, ou seja, se o usuário escolher o valor 2, será contabilizado 3 ( $5 - 2 = 3$ ). Por fim, some todos os valores obtidos nas 10 perguntas

e multiplique por 2,5 para obter um valor no intervalo de 0 a 100. Considera-se uma ótima avaliação aquela que adquira um valor maior do que 80 pontos em seu score, e uma boa avaliação para resultados entre 60 a 80 pontos.

## 4.1 Resultados da técnica de GPC

Com o uso de técnicas de GPC foi possível elaborar e construir um Jogo Sério, com uma equipe limitada de três programadores e um designer gráfico. Dois desses programadores não possuíam experiência nenhuma com programação de jogos e contribuíram para o projeto em busca de aprendizado. Esta seção é segmentada em Geração de Personagens e Geração de Roteiro.

### 4.1.1 Personagens

Para o funcionamento do algoritmo de criação de pacientes é fundamental o conjunto de dados que representam as lesões. Desse modo inicialmente criou-se uma lista com 23 amostras com dados extraídos do banco de imagens, cujos dados são demonstrados na Tabela 7. Também foram instanciados vetores para representar nomes, modelos e partes do corpo, para diferenciar também o aspecto visual dos personagens.

Tabela 7 – Dados das amostras de lesões retiradas do banco de imagens.

id	age	member	benign or malignant	diagnosis	melanocytic	sex	race	level
0	30	lower extremity	benign	nevus	true	m	white	3
1	60	upper extremity	malignant	melanoma	true	f	white	3
2	70	lower extremity	benign	nevus	true	m	white	3
3	25	lower extremity	malignant	melanoma	true	f	white	3
4	65	lower extremity	malignant	melanoma	true	f	white	3
5	30	posterior torso	benign	nevus	true	f	brown	3
6	35	posterior torso	malignant	melanoma	true	f	brown	1
7	45	posterior torso	benign	nevus	true	m	brown	3
8	70	anterior torso	malignant	melanoma	true	m	brown	3
9	65	anterior torso	malignant	melanoma	true	m	brown	3
10	15	posterior torso	benign	nevus	true	m	black	3
11	30	lower extremity	benign	nevus	true	f	black	2
12	20	anterior torso	benign	nevus	true	m	black	3
13	15	anterior torso	benign	nevus	true	f	black	1
14	85	upper extremity	malignant	melanoma	true	f	brown	3
15	50	anterior torso	malignant	melanoma	true	m	white	3
16	50	posterior torso	benign	nevus	true	m	white	2
17	65	head/neck	benign	solar lentigo	true	m	white	3
18	80	head/neck	malignant	melanoma	true	m	white	3
19	50	anterior torso	benign	nevus	true	f	white	3
20	17	head/neck	malignant	melanoma	true	m	brown	2
21	77	upper extremity	malignant	melanoma	true	f	brown	3
22	10	lower extremity	malignant	melanoma	true	m	white	1

O algoritmo foi executado cinco vezes utilizando essa amostragem, a primeira saída

foi utilizada na entrada da segunda execução e assim por diante. Nas cinco execuções o algoritmo foi parametrizado para escolher amostras para o *level* igual a 3. A primeira execução recebeu como entrada os dados da Tabela 8, e a especificação para gerar 3 pacientes com melanoma e 3 pacientes com lesões suspeitas. A primeira solução criada pelo algoritmo é demonstrada na Tabela 9, a segunda na Tabela 10, a terceira na Tabela 11, quarta Tabela 12 e por fim a última execução na Tabela 13.

Tabela 8 – Entrada da primeira execução do algoritmo.

<b>name</b>	<b>age</b>	<b>lesion</b>	<b>model</b>	<b>torso</b>	<b>legs</b>	<b>shoes</b>	<b>hair</b>	<b>#skin</b>
Name 1	65	4	14	24	20	22	24	E6C7AB
Name 2	65	17	15	29	26	29	25	D9A47A
Name 3	30	0	11	16	18	15	18	E6C6BB
Name 4	85	14	12	23	24	23	22	BB8666
Name 5	25	3	8	11	12	13	14	DCAD9B

Tabela 9 – Saída da primeira execução do algoritmo.

<b>name</b>	<b>age</b>	<b>lesion</b>	<b>model</b>	<b>torso</b>	<b>legs</b>	<b>shoes</b>	<b>hair</b>	<b>#skin</b>
Henrique Gonçalves	45	7	10	15	16	16	17	BB8666
Enzo Jesus Rodrigues	70	2	15	28	26	26	29	E6C6BB
Mariana Costa Carvalho	50	19	8	10	11	13	14	D9A47A
Antônio Almeida Marques	70	8	17	25	28	26	27	C0966C
Daniel Santos	65	9	16	25	28	26	25	B97754
Maria Sousa	60	1	14	24	24	20	23	E6C6BB

Tabela 10 – Saída da segunda execução do algoritmo.

<b>name</b>	<b>age</b>	<b>lesion</b>	<b>model</b>	<b>torso</b>	<b>legs</b>	<b>shoes</b>	<b>hair</b>	<b>#skin</b>
Matheus da Silva	15	10	4	5	9	9	8	713920
Benjamim Gonçalves Carvalho	30	0	10	17	15	19	16	D9A47A
Alice Jesus	30	5	6	10	12	13	10	C0966C
Lucas Lopes Moreira	65	17	17	25	25	26	26	F3CBB1
Daniel Martins	20	12	11	19	17	16	15	713920

Tabela 11 – Saída da terceira execução do algoritmo.

<b>name</b>	<b>age</b>	<b>lesion</b>	<b>model</b>	<b>torso</b>	<b>legs</b>	<b>shoes</b>	<b>hair</b>	<b>#skin</b>
José Oliveira Pinto	65	9	16	26	26	26	27	C0966C
Rodrigo Carvalho Costa	80	18	15	25	29	25	27	D9A485
Valentina Correia Pinto	77	21	14	23	23	23	22	BB8666
Lívia Santos	60	1	13	23	23	22	21	E8C4AC
Aline Moreira Pinto	65	4	14	24	24	23	20	E8C4AC
Guilherme Teixeira	50	15	10	18	19	15	19	F3CBB1

Nota-se que o valor do atributo “lesion” nunca se repete em um mesmo conjunto e que a escolha de elementos dos personagens não se repetem de uma forma sucessiva, o que era desejado. Para todas as execuções foi solicitado 6 personagens, mas em alguns casos

Tabela 12 – Saída da quarta execução do algoritmo.

name	age	lesion	model	torso	legs	shoes	hair	#skin
Arthur Almeida	30	0	10	18	17	16	18	D9A47A
Bruno da Fraga	70	2	15	27	25	25	28	F3CBB1
Lucas Santos	15	10	4	5	7	8	7	713920
Maria Pereira	25	3	8	13	11	10	11	E6C7AB

Tabela 13 – Saída da quinta execução do algoritmo.

name	age	lesion	model	torso	legs	shoes	hair	#skin
Aline Gonçalves da Silva	50	19	8	13	10	13	10	D9A47A
Manuela Gonçalves	30	5	8	14	10	13	11	B97754
Rafael Santos	45	7	11	19	16	19	16	BB8666
Rodrigo Carvalho	70	8	16	29	29	25	25	BB8666
Júlia Marques Jesus	60	1	14	24	22	22	21	D9A47A
Gustavo Jesus	50	15	11	16	19	19	18	DCAD9B

o algoritmo retornou registros a menos, no máximo dois registros, isso se deu devido ao filtro que foi aplicado, o qual elimina as lesões que não satisfaçam a condição de entrada. Isso pode ser resolvido aumentando o número de amostras.

#### 4.1.2 Roteiro

Para a construção de testes de roteiro foram utilizadas as entradas demonstradas na Tabela 14 e 15 para o algoritmo gerador de roteiro. A quantidade de vezes que a ação com o valor de identificação 2 deve ser executada foi fixada em duas vezes para ambas as entradas.

Tabela 14 – Primeira entrada do algoritmo gerador de roteiro.

Estado Inicial	Condição Final
$\neg\text{atSMS} \wedge \neg\text{atEmail}$	cutCost

Tabela 15 – Segunda entrada do algoritmo gerador de roteiro.

Estado Inicial	Condição Final
$\neg\text{atSMS} \wedge \neg\text{atEmail} \wedge \neg\text{atClinuc} \wedge \neg\text{metP1}$	$\text{cutCost} \wedge \text{gainTrust} \wedge \text{diagnosed1}$

Foram selecionados três planos completos para cada uma das entradas. As soluções encontradas para a primeira entrada são demonstradas nas Tabelas 16, 17 e 18 respectivamente. As Tabelas 19, 20 e 21 mostram as soluções encontradas para a segunda entrada.

Para uma mesma entrada, foi possível obter diferentes sequências de ações, porém o algoritmo traz resultados melhores com mais operadores e planos maiores em sua totalidade de subplanos. É possível observar que há uma ação que se destaca mais, a

Tabela 16 – Primeira solução encontrada para a primeira entrada.

<b>Id</b>	<b>Nome da Ação</b>
0	openSMS
2	help
14	event
15	goEventPlace
16	do
2	help
3	cutCost

Tabela 17 – Segunda solução encontrada para a primeira entrada.

<b>Id</b>	<b>Nome da Ação</b>
0	openSMS
2	help
2	help
3	cutCost

Tabela 18 – Terceira solução encontrada para a primeira entrada.

<b>Id</b>	<b>Nome da Ação</b>
0	openSMS
14	event
15	goEventPlace
16	do
2	help
2	help
3	cutCost

ação “help”, a qual foi estabelecida que serviria como objetivos secundários, então essa ocorrência já era esperada.

Também houve valores repetidos, o que não era desejado para apenas alguns dos planos parciais, porém espera-se que com os ajustes do grafo, adicionado novas ações e arestas o algoritmo evite cada vez mais essa repetição. Essa repetição dá-se devido à limitação de caminho da ordem de número 5, 6 e 10 no grafo, que podem ser limitados ao grafo atual, porém ainda pode-se utilizar esse padrão sem problemas, considerando que os passos para fornecer um diagnóstico no jogo seria o mesmo ou muito parecido.

Cada plano é mapeado em um arquivo JSON que o jogo utilizará como guia, esse arquivo também conterá textos e templates de diálogos, personagens e outros assets associados aos indexadores. Dessa forma, transforma-se essa estrutura gerada pelo GPC em um conteúdo jogável.

## 4.2 O Jogo

Após uma mudança crítica na plataforma alvo, foi necessário readaptar a interface do sistema para o seu uso em um navegador de internet. A técnica de GPC para os roteiros do jogo foi desconsiderada na entrega final, por implicar em muitas mudanças

Tabela 19 – Primeira solução encontrada para a segunda entrada.

<b>Id</b>	<b>Nome da Ação</b>
0	openSMS
14	event
15	goEventPlace
16	do
2	help
2	help
3	cutCost
1	openEmail
2	help
14	event
15	goEventPlace
16	do
2	help
4	gainTrust
5	goClinic
6	metP1
10	diagnosed1

Tabela 20 – Segunda solução encontrada para a segunda entrada.

<b>Id</b>	<b>Nome da Ação</b>
1	openEmail
2	help
1	openEmail
2	help
3	cutCost
0	openSMS
2	help
1	openEmail
2	help
4	gainTrust
5	goClinic
6	metP1
10	diagnosed1

na estrutura do código e tecnologias envolvidas, porém seus resultados são apresentados na seção 4.1 e sua implementação pode ser utilizada como trabalho futuro para o jogo. As cenas que envolviam a técnica de GPC de roteiro foram removidas, porém o conteúdo essencial que deve ser transmitido ainda está contido na cena de análise da lesão (Figuras 16 e 17).

Nas Figuras 16 e 17 também pode-se notar as etapas do processo de análise da lesão sendo utilizadas como elemento de gamificação também, como passos para se concluir a análise. Os itens C e D possuem informações a respeito da lesão apresentada ao lado, para que o jogador leia atentamente e atribua uma nota de acordo com as instruções apresentadas na mesma caixa de diálogo.

Como pode ser visto na Figura 18, a cena da clínica também foi modificada para atender rapidamente aos requisitos da nova plataforma. Foi criada uma área com um

Tabela 21 – Terceira solução encontrada para a segunda entrada.

Id	Nome da Ação
1	openEmail
2	help
2	help
3	cutCost
1	openEmail
14	event
15	goEventPlace
16	do
2	help
2	help
4	gainTrust
5	goClinic
6	metP1
10	diagnosed1

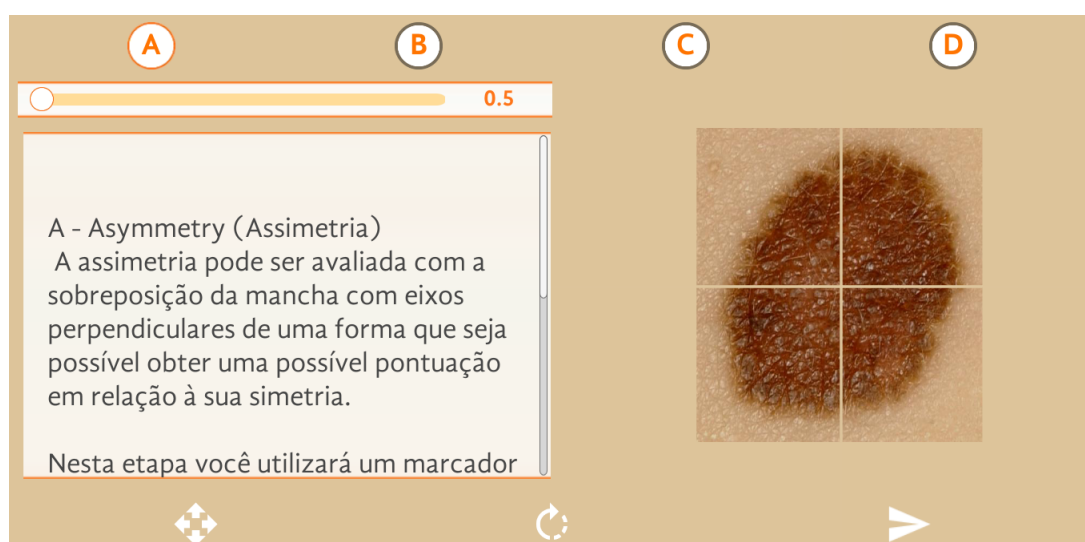


Figura 16 – Etapa de análise da Simetria.

contador de dias e pacientes para serem atendidos no dia, e no canto inferior direito da tela os botões de ação "Diálogo", utilizado chamar o próximo paciente e "Iniciar" para levar o jogador à tela de exame.

Houve também uma mudança no código da API do sistema, onde são processadas as técnicas de GPC do jogo em um servidor. O jogo faz uma requisição via http ao servidor e obtém uma lista de registros em formato JSON, a qual representa os pacientes que devem ser atendidos. As informações de cada paciente e de sua lesão (incluindo a imagem de lesão que será utilizada) estarão contidas nessa lista.

Ao obter a lista de pacientes do servidor, o jogo fará com que o jogador avalie a foto da lesão seguindo o sistema ABCD utilizando as ferramentas da interface gráfico do jogo. Quando o jogador finalizar a avaliação da lista presente no dispositivo local, o sistema automaticamente fará uma nova requisição ao servidor solicitando uma nova lista.



Figura 17 – Etapa de análise das bordas.

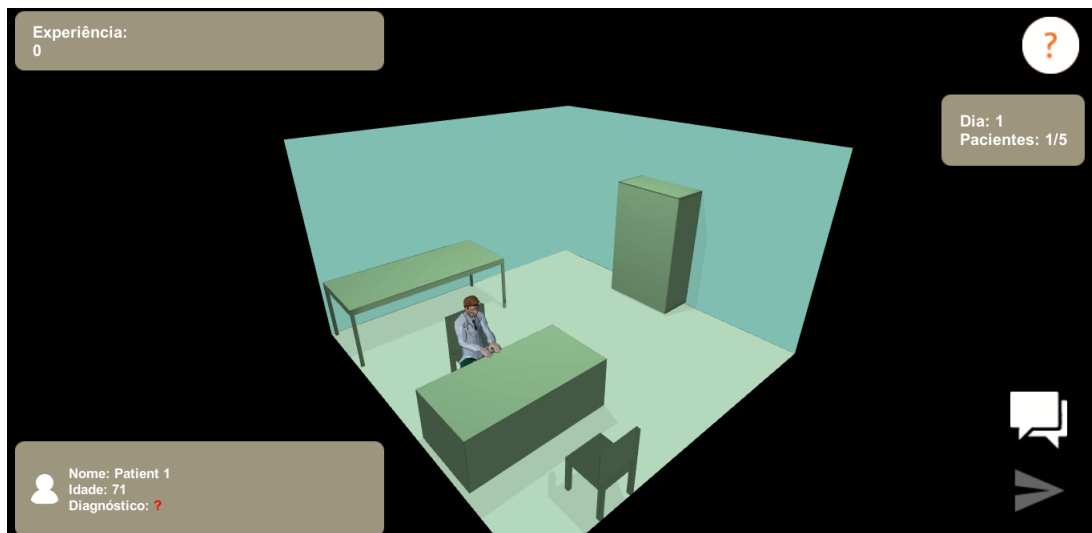


Figura 18 – Fluxograma do algoritmo gerador de roteiros.

Cada lista de pacientes “jogada“ é utilizada como entrada para o algoritmo de GPC no servidor, portanto a requisição enviará as opções que o jogador escolheu para cada lesão como corpo da requisição.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que os resultados da avaliação que será feita baseada no sistema SUS sejam satisfatórios, pois até então foi obtido um software funcional como jogo para treinamento de médicos para análise de lesão de pele. Ao atingir esse objetivo este trabalho poderá talvez ajudar os índices preocupantes em relação ao diagnóstico precoce de câncer de pele.

Ao que tange aos resultados do desenvolvimento, obteve-se até então uma marca para o jogo, um mecanismo gamificado para aprendizado e uma aplicação de Inteligência Artificial para gerar personagens e roteiros. Em relação à técnica de GPC pode-se afirmar que o seu funcionamento é suficiente para a criação do conteúdo do jogo atualmente. Talvez sejam necessários ajustes futuros, mas apenas para adaptar à nova plataforma e possíveis novas histórias ou personagens incluindo dados no banco ou no grafo de planos, no caso do roteiro. Também é esperado que o sistema ABCD consiga ajudar em uma análise clínica, considerando que esse sistema funciona melhor com o exame dermatoscópico.

## REFERÊNCIAS

- [1] WATTANASOONTORN, V. et al. Serious games for health. *Entertainment Computing*, International Federation for Information Processing, v. 4, n. 4, p. 231–247, 2013. ISSN 18759521. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.entcom.2013.09.002>>.
- [2] Cognetta ARMAND B. VOGT, T. L. M. B.-F. O. P. G. The abcd rule of dermatoscopy: High prospective value in the diagnosis of doubtful melanocytic skin lesions. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v. 4, n. 4, p. 551–559, 1994.
- [3] COSTA, C. S. Epidemiologia do câncer de pele no Brasil e evidências sobre sua prevenção. *Diagnóstico e Tratamento.*, v. 17-4, p. 154–217, 2012.
- [4] INCA. *PELE MELANOMA*. Disponível em: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele\\_melanoma/definicao](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_melanoma/definicao)>.
- [5] Peto, P. J. Cancer epidemiology in the last century and the next decade. *Nature*, 2001.
- [6] Jemal A. CENTER MM, D. C. W. E. Global patterns of cancer incidence and mortality rates and trends. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.*, v. 19, 2010.
- [7] Bray F JEMAL A, G. N. F. J. F. D. Global cancer transitions according to the human development index (2008-2030): a population-based study. *Lancet Oncol*, v. 13, 2012.
- [8] DERMATOLOGIA., S. B. de. *Câncer de Pele*. Disponível em: <<http://www.sbd.org.br/>>.
- [9] SUPLEMENTAR., A. N. de S. *Câncer de Pele*. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/>>.
- [10] M., S. L. G. H. R. Survey - Image Segmentation Techniques. *Computer Vision, Graphics and Image Processing*, v. 29, p. 100–132, 1985.
- [11] N. FERRARIO M., T. T. L. E. C. A possible new tool for clinical diagnosis of melanoma: The computer. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v. 16, n. 2, p. 361–367, 1987.
- [12] P., S. A. D. A. Segmentation of Images of Skin Lesions using Color and Texture Information of Surface Pigmentation. *Computerized Medical Imaging and Graphics.*, v. 16, n. 3, p. 163–177, 1992.
- [13] SEIXAS, J. L. et al. Color energy as a seed descriptor for image segmentation with region growing algorithms on skin wound images. *2014 IEEE 16th International Conference on e-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2014*, p. 387–392, 2015.

- [14] GÓMEZ, D. D. et al. Independent histogram pursuit for segmentation of skin lesions. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, v. 55, n. 1, p. 157–161, 2008. ISSN 00189294.
- [15] ESTEVA, A. et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, Nature Publishing Group, v. 542, n. 7639, p. 115–118, 2017. ISSN 14764687. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/nature21056>>.
- [16] ALBUQUERQUE, R. M. D.; ANTONIO, F.; FIALHO, P. Concepção de jogos eletrônicos educativos : Proposta de processo baseado em dilemas Programa de Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica – Brasil. p. 1–7, 2009.
- [17] MACHADO, R. d. S. Fator diversão na produção de um jogo eletrônico educativo. p. 550–559, 2014.
- [18] BOUKI, V.; MENTZELOPOULOS, M.; PROTOPSALTIS, A. Simulation game for training new teachers in class management. *SIGDOC'11 - Proceedings of the 29th ACM International Conference on Design of Communication*, p. 79–82, 2011. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-80054778518&partnerID=40&md5=f1703379b4aa50a1f7f3ded955>>.
- [19] BUFORD, W. L.; ANDERSEN, C. R. Predicting moment arms in diarthroidal joints - 3D computer simulation capability and muscle-tendon model validation. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings*, v. 0175, p. 3407–3410, 2006. ISSN 05891019.
- [20] KATO, F.; HASEGAWA, S. Interactive Cooking Simulator: Showing food ingredients appearance changes in frying pan cooking. *Proceedings of the 5th international workshop on ...*, p. 33–38, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2506030>>.
- [21] BLACK, M. D.; KOMALA, P. A full system x86 simulator for teaching computer organization. *Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education - SIGCSE '11*, p. 365, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1953163.1953272>>.
- [22] LEE, S. et al. Simulation Experiment of Routing Strategy for Evacuees and Disaster Responders. *Proceedings of the 2014 Symposium on Agent Directed Simulation*, p. 2:1—2:8, 2014. ISSN 07359276. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2665049.2665051>>.
- [23] LIU, H.; LIU, Z. Research and Application of Combination Prediction Model for Financial Equipment Sales. n. 1, p. 390–393, 2010.
- [24] FAISAL, A. M. Simulation Modeling and Analysis of Labour- intensive Small and Medium-sized Enterprises for choosing the best alternative production system. n. Table 1, p. 3564–3566, 2016.
- [25] NARAYANASAMY, V. et al. Distinguishing games and simulation games from simulators. *Computers in Entertainment*, v. 4, n. 2, p. 9, 2006.

- [26] DETERDING, S. et al. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining “Gamification”. *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11*, p. 2425, 2011. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1979742.1979575>>.
- [27] POPLAWSKI, D. A. A Pedagogically Targeted Logic Design and Simulation Tool. p. 1–7, 2007.
- [28] ZIESEMER, a.; MÜLLER, L.; SILVEIRA, M. Gamification Aware: Users Perception About Game Elements on Non-game Context. *Proceedings of the 12th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, p. 276–279, 2013. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2577164>>.
- [29] ALVES, H.; CAMPOS, F.; NEVES, A. Aplicação da técnica criativa "brainstorming clássico" na geração de alternativas na criação de games. *Anais do V Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital*, p. 6, 2006. Disponível em: <<https://bbcampos6.wixsite.com/fabioccampos>>.
- [30] MORENO-GER, P. et al. A documental approach to adventure game development. *Science of Computer Programming*, v. 67, n. 1, p. 3–31, 2007.
- [31] Bassoli, S. GIUSTI, F. P. G. M. C. T. C. F. C. B. S. S. S. Variegated dermoscopy of in situ melanoma. *Dermatology*, n. 3, p. 262–270, 2012.
- [32] Esteva, A. KUPREL, B. N. R. A. K. J. S. S. M. B. H. M. T. S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, v. 542, n. 7639, p. 115–118, 2017.
- [33] Amelio, A. PIZZUTI, C. Skin lesion image segmentation using a color genetic algorithm. *Proceeding of the fifteenth annual conference companion on Genetic and evolutionary computation conference companion - GECCO '13 Companion*, n. 1471, 2013.
- [34] Abbas, W. SELLAMI, D. Automatic skin lesions classification using ontology-based semantic analysis of optical standard images. *Procedia Computer Science*, v. 112, p. 2096–2105, 2017.
- [35] Kawahara TAIEB, H. Deep features to classify skin lesions. *2016 IEEE 13th International Symposium on Biomedical Imaging (ISBI)*, v. 112, p. 1397–1400, 2016.
- [36] FROSI, F. O.; STEFFEN, C. Direcionamentos no Character Design: Uma Análise Arquetípica e Semiótica dos Personagens de Jogos Digitais. p. 343–351, 2015. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/sbgames2015/anaispdf/artesedesign-full/147330.pdf>>.
- [37] DUBIELA, R.; BATTAIOLA, A. A Importância das Narrativas em Jogos de Computador. *Proceeding of the Brazilian Symposium on ...*, 2007. Disponível em: <<http://www.sbgames.org/papers/sbgames07/artanddesign/full/ad3.pdf>>.
- [38] TOGELIUS, J. et al. What is Procedural Content Generation? Mario on the borderline. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Procedural Content Generation in Games*, p. 6, 2011.

- [39] INCA. *Instituto Nacional de Câncer - José Alencar Gomes da Silva*. 2017. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/inca/portal/home>>.
- [40] SBD. *Sociedade Brasileira de Dermatologia*. 2017. Disponível em: <<http://www.sbd.org.br/>>.
- [41] BARBOSA, C. R. S. C. *Gramática para consultas radiológicas em língua portuguesa*. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- [42] BRAZIL, A. L. et al. Force Modeling and Gamification for Epidural Anesthesia Training. 2016.
- [43] COWAN, B.; KAPRALOS, B. A survey of frameworks and game engines for serious game development. In: *Proceedings - IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2014*. [S.l.]: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2014. p. 662–664.
- [44] Brooke. 1996.

## TRABALHOS PUBLICADOS PELO AUTOR

Trabalhos publicados pelo autor durante o programa.

Publicações principais do trabalho.

1. Yago Henrique Pereira, Cinthyan R. S. C. de Barbosa, Jacques Dulio Brancher, **Utilizando Jogos Educativos como Solução para Subnotificação de Câncer de Pele**, Congresso Internacional de Informática Educativa (TISE) – Brasília – Brazil, novembro/2018, Editor. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 14, 200-209. Santiago de Chile.
2. Yago Henrique Pereira, Roger Ueda, Lucas Busatta Galhardi, Jacques Dulio Brancher, **Using Procedural Content Generation for Storytelling in a Serious Game called Orange Care**, XVIII SBGames – Rio de Janeiro – RJ – Brazil, outubro/2019, , 543-548, ISSN: 2179-2259.