



Realidade Virtual no Ensino de Atos de Enfermagem: da Simulação à Gamificação

MARTA MARIA MOREIRA RIBEIRO

outubro de 2025

Realidade Virtual no Ensino de Atos de Enfermagem: da Simulação à Gamificação

Marta Maria Moreira Ribeiro

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

Orientadora: Paula Escudeiro

Co-orientadora: Ana Barata

Porto, setembro 2025

Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade e ética, não tendo plagiado nem utilizado de forma indevida informações ou falsificado resultados ao longo do seu processo de elaboração.

O trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 6 de outubro de 2025

Dedicatória

Para a minha família e amigos.

Resumo

A presente dissertação apresenta o desenho, desenvolvimento e avaliação de uma aplicação de Realidade Virtual gamificada para apoio à formação em enfermagem. O trabalho envolveu a análise de requisitos, desenho da solução, implementação e avaliação da aplicação junto de utilizadores, com o objetivo de promover aprendizagem prática em contexto seguro e controlado.

A avaliação foi realizada através de um questionário online (*Microsoft Forms*) e do *Quantitative Evaluation Framework* (QEF), considerando três dimensões principais: Funcionalidade, Experiência de Jogo e Qualidade Técnica. Os resultados evidenciam um elevado índice de qualidade global de 91%, refletindo o equilíbrio entre desempenho técnico, envolvimento do utilizador e imersão na experiência de aprendizagem.

Foram identificadas limitações relativas à contagem de tempo, interpretação de questões sobre estímulo e adaptabilidade, bem como restrições na amostra de testes devido à disponibilidade de equipamento e à aprovação ética.

O estudo demonstra o potencial da integração de simulação em Realidade Virtual e estratégias de gamificação como ferramentas eficazes para a formação em enfermagem, oferecendo oportunidades para evolução futura, expansão para outros contextos da saúde e melhoria contínua da experiência pedagógica.

Palavras-chave: Realidade Virtual, gamificação, enfermagem, educação, jogos sérios

Abstract

This dissertation presents the design, development and evaluation of a gamified virtual reality application to support nursing education. The study encompassed requirements analysis, solution design, implementation, and user evaluation, aiming to foster practical learning in a safe and controlled environment.

Evaluation was conducted using an online questionnaire (Microsoft Forms) and the Quantitative Evaluation Framework (QEF), considering three main dimensions: Functionality, Game Experience, and Technical Quality. Results demonstrate a high overall quality index of 91%, reflecting a balance between technical performance, user engagement, and immersion in the learning experience.

Limitations were identified regarding time tracking, interpretation of stimulation and adaptability questions, and constraints in test sample size due to equipment availability and ethical approval.

The study highlights the potential of integrating virtual reality simulation and gamification strategies as effective tools for nursing education, providing opportunities for future development, expansion to other healthcare contexts, and continuous improvement of the pedagogical experience.

Keywords: virtual reality, gamification, nursing, education, serious games

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha gratidão a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a concretização desta dissertação.

Agradeço às orientadoras pelo acompanhamento e orientação ao longo do desenvolvimento do trabalho.

O meu sincero obrigado aos estudantes e docentes de enfermagem que participaram no inquérito de levantamento de necessidades, assim como a todos os voluntários que se disponibilizaram a testar a aplicação, contribuindo de forma decisiva para a avaliação da solução.

À minha família – Anabela, Agostinho e Daniel – e aos meus pais, pelo apoio constante, incentivo e compreensão nos momentos mais exigentes. Um agradecimento especial aos meus avós, cujo exemplo e memória continuam a inspirar-me. Agradeço ainda aos meus amigos, em particular Luísa, Leonor, Mariana e Ricardo, por me animarem nos momentos de maior stress e por me "obrigarem" a fazer pausas quando só pensava no trabalho.

Este trabalho só foi possível graças a cada um de vós.

Índice

Dedicatória.....	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Agradecimentos	xi
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Descrição do Problema	2
1.2.1 Objetivos	2
1.2.2 Abordagem	3
1.2.3 Contributos.....	4
1.3 Considerações Éticas.....	4
1.4 Estrutura da Dissertação	6
2 Revisão da Literatura e Estado da Arte	7
2.1 Perguntas de Investigação	7
2.1.1 RQ1: Quais são as estratégias de gamificação mais relevantes no contexto de simulação em Realidade Virtual para o ensino de atos de enfermagem?	7
2.1.2 RQ2: Da perspetiva de estudantes e docentes de enfermagem, o uso de gamificação é interessante e viável no contexto do ensino de atos de enfermagem?.....	9
2.2 Fundamentos da Gamificação	10
2.3 Gamificação no Ensino de Enfermagem.....	11
2.4 Levantamento de Necessidade	13
2.5 Desafios e Oportunidades	15
2.6 Decisões para o Desenho da Solução	16
2.7 Conclusões	17
3 Análise e Desenho da Solução	19
3.1 Requisitos Funcionais e Não Funcionais.....	19
3.1.1 Requisitos Funcionais	19
3.1.2 Requisitos Não Funcionais.....	21
3.2 Desenho da Solução.....	21
3.2.1 UC1: Jogar simulação de procedimento clínico.....	24
3.2.2 UC2: Visualizar conquistas	25
3.2.3 UC3: Visualizar tabela de classificação	26
3.3 Análise do Desenho da Solução.....	28

3.4	Arquitetura da Solução	34
4	Implementação da Solução	37
4.1	Ambiente de Desenvolvimento	37
4.2	Estrutura do Projeto e Organização do Código	38
4.3	Funcionalidades Implementadas	40
4.3.1	UC1: Jogar simulação de procedimento clínico.....	41
4.3.2	UC2: Visualizar conquistas	70
4.3.3	Visualizar Tabela de Classificação	76
4.3.4	Adaptações adicionais	80
4.3.5	Elementos de gamificação adicionais	80
4.4	Dificuldades Encontradas e Soluções Adotadas	84
5	Avaliação da Solução.....	87
5.1	Instrumentos de Avaliação	87
5.1.1	Questionário Online <i>Forms</i>	87
5.1.2	<i>Quantitative Evaluation Framework (QEF)</i>	89
5.2	Metodologia de Avaliação.....	91
5.3	Resultados Obtidos.....	92
6	Conclusões	95
6.1	Resumo dos Resultados.....	95
6.2	Contribuições do Projeto	96
6.3	Limitações.....	96
6.4	Trabalhos Futuros	96
6.5	Considerações Finais.....	97
	Anexo A - Inquérito de Levantamento de Necessidade	107
	Secção “Perfil do Respondente”	108
	Secção “Perfil do Respondente - Estudante de Enfermagem”	108
	Secção “Perfil do Respondente - Docente de Enfermagem”	108
	Secção “Perfil do Respondente - Outra área de saúde”	109
	Secção “Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais”	110
	Secção “Opinião sobre Gamificação na Educação”	111
	Secção “Tecnologias e Estratégias de Gamificação”	114
	Secção “Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem”	115
	Secção “Interesse Futuro”	117
	Anexo B - Storyboard Inicial (Figura 4)	118
	Anexo C - Storyboard Completo (Figura 5).....	119

Anexo D - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Jogar simulação de procedimento clínico" (Figura 6)	120
--	------------

Índice de Código

Código 1 - Classe <i>NurseData</i>	42
Código 2 - Classe <i>PatientData</i>	43
Código 3 - Classe <i>ProcedureData</i>	45
Código 4 - Método <i>AddPoints()</i> da classe <i>ConsultationTracker</i>	46
Código 5 - Método <i>AddFeedback()</i> da classe <i>FeedbackLog</i>	46
Código 6 - Classe <i>Instrument</i>	53
Código 7 - Método <i>OnTriggerEnter()</i> da classe <i>TrayDetector</i>	54
Código 8 - Método <i>StartProcedureSequence()</i> da classe <i>TrayDetector</i>	56
Código 9 - Classe <i>TrophyData</i>	71
Código 10 - Método <i>DesbloquearTrofeu()</i>	73
Código 11 - Método <i>OnEnable()</i> da classe <i>TrophyUIController</i>	73
Código 12 - Excerto do método <i>AtualizarUI()</i> da classe <i>TrophyUIController</i>	74
Código 13 - Método <i>SalvarPontuacao()</i>	77
Código 14 - Classe <i>LeaderboardEntry</i>	78
Código 15 - Método <i>AtualizarLeaderboardUI()</i> da classe <i>LeaderboardUIController</i>	79
Código 16 - Excerto do método <i>GetLeaderboardEntries()</i> , responsável por ordenar a tabela de classificação.....	80

Índice de Figuras

Figura 1 - Processo de Investigação da RQ1 [21]	8
Figura 2 - Processo de Investigação da RQ2 [21]	10
Figura 3 - Diagrama de Casos de Uso para este projeto	20
Figura 4 - Storyboard inicial da aplicação	22
Figura 5 - Storyboard completo	23
Figura 6 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Jogar simulação de procedimento clínico" ...	24
Figura 7 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Visualizar conquistas"	25
Figura 8 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Visualizar tabela de classificação"	27
Figura 9 - Diagrama Octalysis de Referência, com descrição dos 8 motores essenciais de motivação [63]	28
Figura 10 - Divisão dos 8 <i>Core Dives</i> da Framework Octalysis em <i>Left Brain, Right Brain, White Hat e Black Hat</i> [64]	29
Figura 11 - Diagrama Octalysis da Solução a Desenvolver	32
Figura 12 - Análise da experiência do utilizador, segundo a Octalysis Tool [65]	33
Figura 13 - Diagrama da arquitetura da solução	34
Figura 14 - Cenas presentes no projeto	38
Figura 15 - Cena "Menu"	39
Figura 16 - Cena "LoadingScene"	39
Figura 17 - Cena "Play"	40
Figura 18 - Enfermeiro criado	42
Figura 19 - Paciente criado	44
Figura 20 - Procedimento criado	45
Figura 21 - Enfermeiro instanciado na cena	47
Figura 22 - Lista de pacientes à espera da consulta	47
Figura 23 - Paciente instanciado na cena	48
Figura 24 - Computadores atualizados com as informações do paciente e a contagem de pontos e tempo	48
Figura 25 - Mensagem do enfermeiro atualizado após chegada do paciente	48
Figura 26 - Vídeo de demonstração para o procedimento de retirada de pontos de sutura	49
Figura 27 - Cartaz para auxílio da lavagem das mãos	49
Figura 28 - Interação com o dispensador de sabão	50
Figura 29 - Lavagem das mãos, com contador de 20 segundos	50
Figura 30 - Interação com o dispensador de papel	51
Figura 31 - Interação com o caixote do lixo para descarte da toalha de papel usada	51
Figura 32 - Painel de feedback após higienização correta das mãos	52
Figura 33 - Materiais dispostos em estantes	52
Figura 34 - Cartaz para auxílio da seleção de materiais	53
Figura 35 - Painel de feedback após seleção correta dos materiais	55
Figura 36 - Nova posição da mesa auxiliar para execução do procedimento	57
Figura 37 - Nova mensagem do paciente depois da preparação do procedimento	57

Figura 38 - Nova mensagem do enfermeiro depois da preparação do procedimento.....	58
Figura 39 - Saco plástico fixado na mesa de apoio.....	58
Figura 40 - Desinfecção das mãos com álcool	59
Figura 41 - Mensagem do paciente, atualizada depois de desinfetar as mãos	59
Figura 42 - Mãos do jogador antes de calçar as luvas.....	60
Figura 43 - Mãos do jogador depois de calçar as luvas.....	60
Figura 44 - Mensagem do paciente, atualizada depois de calçar as luvas.....	60
Figura 45 - Pacote de retirada de pontos aberto	61
Figura 46 - Penso de curativo retirado	61
Figura 47 - Algodão humedecido com álcool	62
Figura 48 - Flaconete de soro fisiológico antes de retirar a tampa.....	62
Figura 49 - Flaconete de soro fisiológico depois de retirar a tampa.....	62
Figura 50 - Gaze humedecida com soro fisiológico.....	62
Figura 51 - Ferida limpa de forma asséptica	63
Figura 52 - Mensagem do paciente após limpeza da ferida	63
Figura 53 - Gaze colocada no pulso do paciente.....	64
Figura 54 - Método de retirada de pontos intermitentes [74]	64
Figura 55 - Processo de retirada de pontos intermitentes	65
Figura 56 - Mensagem do paciente após retirada do primeiro ponto de sutura.....	65
Figura 57 - Mensagem do paciente após retirada do segundo ponto de sutura.....	65
Figura 58 - Mensagem do paciente após retirada do terceiro ponto de sutura.....	65
Figura 59 - Mensagem do paciente após retirada do quarto, e último, ponto de sutura	66
Figura 60 - Ferida limpa, pela segunda vez, de forma asséptica.....	66
Figura 61 - Mensagem do enfermeiro após conclusão do procedimento	67
Figura 62 - Descarte de um dos resíduos, no saco plástico	67
Figura 63 - Separação dos instrumentos reutilizáveis para lavagem	68
Figura 64 - Mensagem do enfermeiro ao terminar a fase de finalização	68
Figura 65 - Mensagem do paciente ao terminar a fase de finalização	69
Figura 66 - Finalização do cenário	69
Figura 67 - Painel de resultados do cenário	70
Figura 68 - Troféus existentes na aplicação	72
Figura 69 - Troféu bloqueado.....	73
Figura 70 - Painel de conquistas com todos os troféus desbloqueados	75
Figura 71 - Feedback pós cenário, com informação dos troféus desbloqueados.....	75
Figura 72 - Painel da Tabela de Classificação	78
Figura 73 - Tabela de Classificação com um prefab <i>LeaderboardEntryUI</i>	79
Figura 74 - Diagrama Octalysis da Solução Desenvolvida [65].....	82
Figura 75 - Análise atualizada da experiência do utilizador, segundo a Octalysis Tool [65].....	83
Figura 76 - Modelo 3D antes de ser modificado para criar o Soro Fisiológico.....	84
Figura 77 - Textura criada para o rótulo do Soro Fisiológico [75]	84
Figura 78 - Modelo 3D depois de ser modificado para criar o Soro Fisiológico.....	85
Figura 79 - Combinação de formas geométricas utilizada para criar o Soro Fisiológico.....	85

Figura 80 - Modelo 3D antes de ser modificado para criar o Kit de Remoção de Pontos de Sutura	85
Figura 81 - Modelo 3D depois de ser modificado para criar o Kit de Remoção de Pontos de Sutura	85
Figura 82 - QEF preenchido para avaliação da solução	92
Figura 83 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente" do inquérito	108
Figura 84 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Estudante de Enfermagem" do inquérito	108
Figura 85 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Docente de Enfermagem" do inquérito	109
Figura 86 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito.....	109
Figura 87 - Respostas à questão 2 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito.....	109
Figura 88 - Respostas à questão 3 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito.....	110
Figura 89 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito	110
Figura 90 - Respostas à questão 2 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito	110
Figura 91 - Respostas à questão 3 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito	111
Figura 92 - Respostas à questão 4 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito	111
Figura 93 - Respostas à questão 1 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	112
Figura 94 - Respostas à questão 2 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	112
Figura 95 - Respostas à questão 3 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	112
Figura 96 - Respostas à questão 4 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	113
Figura 97 - Respostas à questão 5 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	113
Figura 98 - Respostas à questão 6 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	113
Figura 99 - Respostas à questão 7 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito.....	114
Figura 100 - Respostas à questão 1 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito.....	114
Figura 101 - Respostas à questão 2 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito.....	114

Figura 102 - Respostas à questão 3 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito.....	115
Figura 103 - Respostas à questão 4 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito.....	115
Figura 104 - Respostas à questão 1 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito.....	116
Figura 105 - Respostas à questão 2 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito.....	116
Figura 106 - Respostas à questão 3 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito.....	116
Figura 107 - Respostas à questão 1 da secção "Interesse Futuro" do inquérito	117

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estrutura PICOCS da RQ1	8
Tabela 2 - Análise SWOT do Projeto (1/2)	15
Tabela 3 - Análise SWOT do Projeto (2/2)	16
Tabela 4 - Pontuação para cada <i>Core Drive</i>	33
Tabela 5 - Pontuação atualizada para cada Core Drive	83

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

BPMN	Modelo e Notação de Processos de Negócio (do inglês <i>Business Process Model and Notation</i>)
GAMEX	Escala de Experiência Lúdica (do inglês <i>Gameful Experience Scale</i>)
GILT	Unidade de Investigação <i>Games Interaction and Learning Technologies</i>
I/E	Incluir/Excluir (do inglês <i>Include/Exclude</i>)
ID	Identificador
IEEE	<i>Instituto de Engenheiros Eletrotécnicos e Eletrónicos</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
QEF	<i>Quantitative Evaluation Framework</i>
P.PORTO	Instituto Politécnico do Porto
PICOCS	População, Intervenção, Comparação, Resultados, Contexto, Desenho do Estudo (do inglês <i>Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Context, Study Design</i>)
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RQ	Pergunta de Investigação (do inglês <i>Research Question</i>)
RV	Realidade Virtual
SDK	Kit de Desenvolvimento de Software (do inglês <i>Software Development Kit</i>)
SWOT	Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças (do inglês <i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats</i>)
UC	Caso de Uso (do inglês <i>Use Case</i>)
UI	Interface de Utilizador (do inglês <i>User Interface</i>)
VR	Realidade Virtual (do inglês <i>Virtual Reality</i>)

Lista de Símbolos

P	Significância Estatística
----------	---------------------------

Glossário

Análise SWOT – Ferramenta de análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

Business Process Model and Notation – Do inglês para “Modelo e Notação de Processos de Negócio”. Notação gráfica padronizada para modelar processos de negócio de forma visual, utilizando símbolos e regras específicas.

Caso de Uso – Descrição de um conjunto de interações entre um ator e um sistema, com o objetivo de atingir um resultado específico.

Core Drive – Do inglês para “Motivadores Essenciais”. Elementos motivacionais essenciais da framework *Octalysis*.

Escala Likert – Escala utilizada para medir opiniões ou atitudes.

Firestore – Plataforma de desenvolvimento de aplicações que fornece serviços de base de dados em tempo real, autenticação e armazenamento em nuvem.

Flow Theory – Do inglês para “Teoria do Fluxo”. Estado mental em que o indivíduo está completamente imerso e focado numa atividade.

Gameful Experience Scale – Do inglês para “Escala de Experiência Lúdica”. Escala utilizada para medir experiências de jogo.

Gamificação – Aplicação de elementos e estratégias de design de jogos em contextos não relacionados com jogos.

GitHub – Plataforma de controlo de versões que permite gerir alterações de código, manter histórico de versões e colaborar em projetos de desenvolvimento.

Jogos Sérios – Jogos desenvolvidos com objetivos sérios, como educação, treino ou consciencialização.

Kit de Desenvolvimento de Software – Conjunto de ferramentas de desenvolvimento fornecido por uma plataforma ou fabricante, que permite criar aplicações e integrar funcionalidades específicas.

Mecânicas de Jogo – Regras e sistemas que estruturam a interação do utilizador em jogos.

Meta Quest 2 – Óculos de Realidade Virtual utilizados para interação imersiva em ambientes virtuais.

Octalysis – Modelo de design de gamificação que organiza a experiência do utilizador em oito motivadores essenciais.

Prefab – Modelo reutilizável de objetos 3D ou 2D no Unity, que pode ser instanciado em diferentes cenas ou posições dentro do jogo.

Quantitative Evaluation Framework – Modelo que organiza critérios de avaliação em dimensões e fatores para quantificar a qualidade de uma aplicação.

Realidade Virtual – Tecnologia que cria ambientes virtuais imersivos.

ScriptableObject – Estrutura de dados do Unity que permite criar objetos modulares e reutilizáveis.

Stakeholders – Partes interessadas num projeto.

Storyboard – Do inglês para “Esboço Sequencial”. Representação visual sequencial para auxílio na pré-visualização de um fluxo.

Unity – Motor de desenvolvimento de jogos.

Visual Studio Code – Editor de código.

1 Introdução

Este capítulo introduz o projeto de tese “Realidade Virtual no Ensino de Atos de Enfermagem: da Simulação à Gamificação”, desenvolvido no ano letivo 2024/2025, para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Informática – Área de Especialização em Jogos, Sistemas Gráficos e Interativos – do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A introdução está estruturada nos subcapítulos de enquadramento, descrição do problema, considerações éticas e estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

Este projeto foi desenvolvido em colaboração com a Unidade de Investigação “*GILT: Games Interaction and Learning Technologies*”. Criada em 2005 e sediada no Politécnico do Porto, a GILT tem como missão antecipar o futuro das tecnologias educativas e promover a excelência em investigação, desenvolvimento e inovação [1], com áreas de atuação que incluem:

- Tecnologias de Aprendizagem: Exploração do uso de ferramentas tecnológicas para enriquecer processos educativos e tornar a aprendizagem mais eficiente e acessível;
- Tecnologias Assistivas: Desenvolvimento de soluções que garantam equidade no acesso à informação e aprendizagem, independentemente de limitações físicas, sociais ou económicas;
- Jogos Sérios: Investigação multidisciplinar que explora a capacidade imersiva e motivacional dos jogos aplicados a cenários de educação, treino e conscientização;
- Interação: Pesquisa em interfaces inovadoras e tecnologias de interação humano-computador, como dispositivos de realidade aumentada, interação cérebro-computador e artes digitais;

- Tecnologias em Saúde: Aplicação de recursos multimédia e soluções tecnológicas para melhoria de processos de saúde e educação médica.

A proposta deste tema de dissertação surgiu em relação direta com a área de investigação da GILT “Tecnologias em Saúde: Aplicação de recursos multimédia e soluções tecnológicas para melhoria de processos de saúde e educação médica” [1], tendo como objetivo contribuir para o futuro desenvolvimento de jogos sérios adequados ao ensino e à prática de atos de enfermagem.

Este projeto de dissertação teve, ainda, como base, o projeto “Simulação para o Ensino de Atos de Enfermagem”, desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Projeto/Estágio, no ano letivo de 2022/2023, e publicado como forma de artigo no Simpósio de Engenharia Informática 2023 [2], [3], [4]. Partindo dessas aprendizagens, o atual trabalho propôs o desenvolvimento de funcionalidades elencadas em estratégias de gamificação.

Enquanto o projeto anterior familiariza o estudante de enfermagem com diferentes sistemas da anatomia humana relevantes para a realização de atos de enfermagem, este projeto de dissertação proporciona não só experiências de simulação que permitirem treinar os atos de enfermagem, mas também funcionalidades gamificadas que têm como objetivo aumentar a motivação dos estudantes e tornar a experiência de aprendizagem mais divertida.

1.2 Descrição do Problema

Diversos atos de enfermagem, como manobras de reanimação, suturas e administração de anestésias, podem ser bastante dolorosos e provocar stress no paciente [5], [6], [7], [8], [9], daí, o ensino da componente prática destes processos não ocorrer em seres humanos, isto é, em pacientes reais, o que dificulta o seu ensino e, conseqüentemente, a prática em contexto educativo [5], [10], [11].

1.2.1 Objetivos

O recurso a soluções tecnológicas, nomeadamente na área da engenharia informática, em evolução contínua, constitui uma boa abordagem para o desenvolvimento de alternativas que possam contribuir para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem neste contexto da área da saúde. Para tal, pretende-se desenvolver uma aplicação que permita simular o treino de atos de enfermagem intrusivos, fundamentada com a componente teórica correspondente. Sugere-se ainda complementar a aplicação com técnicas de gamificação que permitirão ao estudante de enfermagem familiarizar-se com a utilização destas práticas de forma inovadora.

1.2.2 Abordagem

Este trabalho integra três áreas principais – informática, enfermagem e pedagogia – com o objetivo de garantir que as estratégias de gamificação implementadas sejam tecnicamente precisas e pedagogicamente eficazes. Assim, a solução proposta exigiu uma investigação aprofundada sobre estratégias de gamificação para aferir as mais adequadas e as que mais eficazmente contribuem para se atingirem os objetivos pretendidos, em especial no contexto do ensino de atos de enfermagem [12].

De modo a garantir a pertinência e a aplicabilidade da solução, a revisão de literatura centrou-se em dois aspetos principais: nas estratégias de gamificação mais relevantes em contexto de simulação, para o ensino de atos de enfermagem, e na viabilidade da utilização dessas estratégias. Esta pesquisa fundamenta a conceção e o desenvolvimento do projeto, sendo complementada com os conhecimentos adquiridos nas unidades curriculares de [13]:

- Jogos Sérios e Ludificação: onde estratégias de gamificação foram concebidas, desenhadas, implementadas, testadas e avaliadas.
- Desenho e Desenvolvimento de Jogos: onde foram selecionados, utilizados e avaliados ambientes e ferramentas específicas para o desenvolvimento de jogos.
- Sistemas Avançados de Interação: onde foram compreendidos os conceitos gerais relacionados com o domínio da Interação Pessoa-Máquina.

A definição da solução implica também a colaboração ativa com *stakeholders*, nomeadamente docentes e estudantes de enfermagem. As necessidades e expectativas destes *stakeholders* foram interpretadas e influenciaram no desenho e nas funcionalidades definidas.

Do ponto de vista técnico, várias disciplinas curriculares suportam este projeto [13]:

- Desenho e Desenvolvimento de Jogos: relevante para garantir a base teórica e prática para a criação de estruturas de mecânicas de jogo.
- Jogos Sérios e Ludificação: essencial para garantir a boa aplicação de estratégias de gamificação sobre contextos sérios (a enfermagem).
- Sistemas Avançados de Interação: relevante para garantir o bom uso de sistemas de interação avançados (a Realidade Virtual).
- Tecnologias Assistivas e Inclusivas: importante para garantir que a solução é acessível ao maior número de estudantes possível através, por exemplo, do uso de paletas de cor acessíveis.
- Tecnologias de Apoio à Aprendizagem: essencial para garantir uma solução eficaz e intuitiva.

Adotou-se uma abordagem ágil de desenvolvimento de software [14], permitindo ajustes contínuos com base em feedback obtido ao longo do processo. A solução proposta foi construída tendo por base a aplicação de Realidade Virtual desenvolvida no contexto do trabalho de Projeto/Estágio, realizado no ano letivo 2022/2023. Nesse trabalho, foi criada uma aplicação em Realidade Virtual que permitia, a estudantes de enfermagem, estudar modelos da anatomia humana, relevantes para a prática de atos de enfermagem [2], [3], [4]. A essa aplicação foram adicionadas funcionalidades de gamificação concebidas especificamente para maximizar a motivação e a retenção de conhecimentos. Estas funcionalidades foram desenhadas com base nas melhores práticas identificadas durante a revisão de literatura e levantamento de necessidade, discutidas no capítulo 2.6 – Decisões para o Desenho da Solução.

Após o desenvolvimento, foram realizados testes práticos com estudantes de enfermagem e outros interessados, avaliando-se a funcionalidade, experiência de jogo e qualidade técnica da solução. Os resultados foram analisados e validados com recurso ao *Quantitative Evaluation Framework* (QEF) [15], de forma a assegurar que a solução final cumpre os requisitos estabelecidos no capítulo 3.1 – Requisitos Funcionais e Não Funcionais.

1.2.3 Contributos

A aplicação da solução poderá impactar positivamente a educação em enfermagem [12], [16], o que consequentemente se irá refletir na qualidade dos futuros enfermeiros e na segurança dos pacientes. Para além disso, a aplicação da mecânica de jogo desenvolvida poderá contribuir para outras áreas de ensino no campo da saúde e afins.

1.3 Considerações Éticas

O desenvolvimento desta dissertação é orientado por princípios éticos definidos no Código de Boas Práticas e de Conduta do Instituto Politécnico do Porto (P.PORTO) [17], complementados pelo Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) [18] e Código de Ética e Prática Profissional de Engenharia de Software da IEEE [19].

Aderindo ao artigo 6º do Código de Boas Práticas do P.PORTO, são considerados os seguintes princípios éticos [17]:

- Não utilizar ideias, frases, ou textos de terceiros, sem citar e referenciar as respetivas fontes, conforme descrito no ponto 2.8.
- Não apresentar, como trabalho original, trabalhos previamente utilizados ou publicados, sem explícita menção, conforme descrito no ponto 2.9.
- Não apresentar um trabalho resultante de colaboração não autorizada, conforme descrito no ponto 2.10.
- Não apresentar resultados falsificados ou com interpretações tendenciosas, conforme descrito no ponto 2.11.

Em conformidade com o artigo 8º do Código de Boas Práticas do P.PORTO [17], esta dissertação inclui uma declaração de integridade, que assegura a originalidade do trabalho desenvolvido, a ausência de práticas fraudulentas, e a adesão às normas éticas e regulamentares do P.PORTO .

Aderindo ao artigo 10º do Código de Boas Práticas do P.PORTO [17], o trabalho desenvolvido segue as boas práticas nas atividades de investigação.

O projeto segue os princípios do RGPD [18] para assegurar a proteção de dados pessoais. Na recolha de dados de terceiros, para levantamento de necessidades e posterior validação da solução desenvolvida, as práticas adotadas (questionários) incluíram um texto informativo sobre o projeto, um consentimento informado, para que os participantes/respondentes dispusessem de informação clara sobre a utilização dos seus dados e quem tem acesso a eles.

Conforme o Código de Ética e Prática Profissional de Engenharia de Software da IEEE, foram seguidos os seguintes princípios éticos [19]:

- Honestidade e Integridade: A análise e apresentação de resultados refletem com precisão o trabalho realizado, sem distorções ou omissões.
- Imparcialidade e Transparência: Todas as etapas do projeto são conduzidas de forma ética, sem conflito de interesses ou julgamentos que possam comprometer a objetividade.
- Responsabilidade Profissional: A solução desenvolvida é projetada para corresponder aos padrões de qualidade e segurança, reconhecendo o impacto que as tecnologias de software podem ter nos utilizadores e na sociedade.

A aplicação de estratégias de gamificação neste projeto segue os princípios éticos, abordados na unidade curricular de Jogos Sérios e Ludificação, para garantir o bem-estar dos utilizadores e a eficácia educacional da solução:

- Reconhece-se o potencial das mecânicas de gamificação para influenciar comportamentos, o que pode ser interpretado como manipulação. Assim, o projeto adota transparência total sobre os objetivos e os mecanismos da gamificação, assegurando que os utilizadores optem por participar conscientemente.
- São consideradas as diferentes capacidades e backgrounds dos utilizadores, assegurando que a gamificação seja acessível e justa, com múltiplos caminhos para alcançar o sucesso e suporte adicional para quem enfrente dificuldades.
- O design da solução considera os possíveis impactos no comportamento dos utilizadores, mitigando efeitos negativos e promovendo sempre resultados benéficos e éticos.

Dado que a solução proposta se destina a ser utilizada como ferramenta de aprendizagem na área de enfermagem, foram considerados também princípios éticos da área da saúde [20], tais como:

- Garantir que a aplicação não compromete a integridade emocional, mental ou física dos utilizadores, promovendo um ambiente educativo seguro e inclusivo.

- Desenvolver uma solução que contribui para a formação de enfermeiros, respeitando normas éticas e legais específicas do setor.

1.4 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada de forma a refletir as diferentes etapas do projeto, desde a introdução ao tema até as conclusões finais. Os itens de 1 a 6 apresentam os aspectos principais incluídas em cada capítulo:

1. **Introdução:** Este capítulo oferece uma visão geral do projeto, incluindo o contexto, a descrição do problema, os objetivos e a abordagem adotada. Também são apresentados os contributos do trabalho e as considerações éticas relacionadas com o projeto.
2. **Revisão da Literatura e Estado da Arte:** Este capítulo aborda os conceitos teóricos e pesquisas relacionadas com o tema da dissertação. Além disso, é analisado o inquérito de levantamento de necessidade e são abordados os principais formatos e estratégias adotadas por outras soluções semelhantes. Este capítulo fundamenta o estudo e consiste na base para o desenvolvimento da solução proposta.
3. **Análise e Desenho da Solução:** Neste capítulo, a solução proposta é analisada e desenhada, seguindo as necessidades identificadas. Os requisitos funcionais e não funcionais da solução são definidos, assim como o processo de design.
4. **Implementação da Solução:** Este capítulo descreve o processo de implementação da solução.
5. **Avaliação da Solução:** Neste capítulo incluem-se os testes realizados para validar a funcionalidade da solução proposta e é apresentada a análise dos respetivos resultados.
6. **Conclusões:** O capítulo final resume os principais resultados obtidos, discute as limitações do projeto e sugere áreas para trabalho futuro. Também se inclui a apreciação final do projeto, destacando as contribuições do trabalho para a área em que se propôs intervir.

2 Revisão da Literatura e Estado da Arte

Este capítulo apresenta uma análise aprofundada dos conceitos, estratégias e tecnologias relacionadas com a gamificação e a sua aplicação no ensino de enfermagem, com especial foco no uso de simulação em Realidade Virtual. Esta revisão visa estabelecer uma base sólida para o desenho e implementação do projeto, articulando as contribuições teóricas com as necessidades práticas do contexto estudado.

2.1 Perguntas de Investigação

O desenvolvimento deste trabalho é orientado por duas perguntas de investigação (RQ) principais, que visam explorar a aplicação de estratégias de gamificação no ensino de atos de enfermagem, partindo da simulação em Realidade Virtual. Estas perguntas permitem estruturar a pesquisa e definir a abordagem adequada a adotar para cada uma.

2.1.1 RQ1: Quais são as estratégias de gamificação mais relevantes no contexto de simulação em Realidade Virtual para o ensino de atos de enfermagem?

Como veremos de seguida, esta questão é essencial para garantir que o software desenvolvido permite maximizar a motivação e a assimilação de conhecimentos.

Para abordar esta questão, foi adotada a estratégia de *case study* (caso de estudo), através da análise qualitativa de artigos, conforme representado na Figura 1.

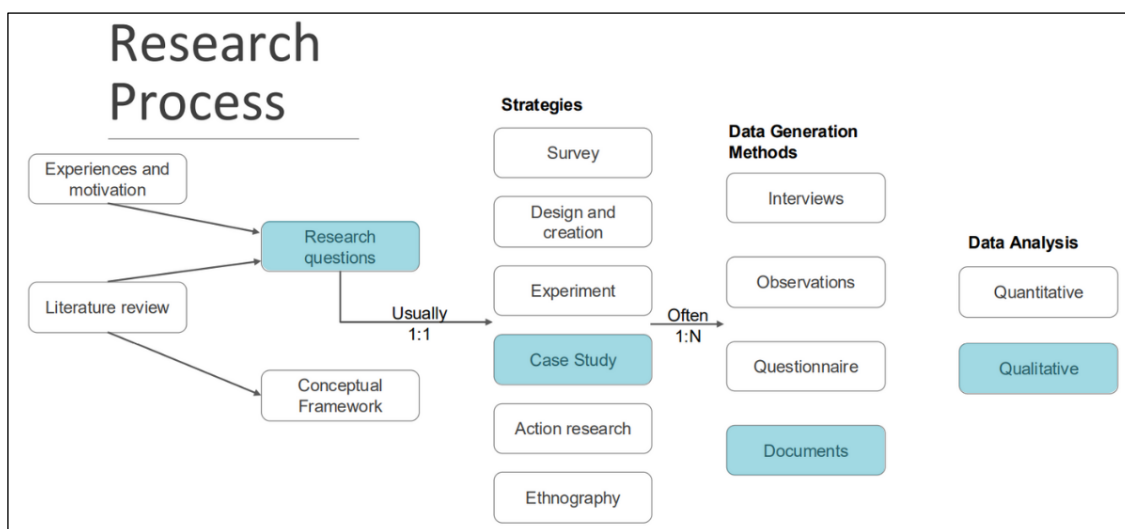


Figura 1 - Processo de Investigação da RQ1 [21]

Além disso, foi utilizada a abordagem PICOCS para estruturar a pesquisa e garantir que os estudos analisados fossem relevantes para o objetivo da pergunta de investigação, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura PICOCS da RQ1

PICOCS	Parte da RQ	I/E	Sub-String
População	Estudos sobre gamificação	I – Estudos sobre gamificação E – Estudos anteriores a 2018	Gamificação >=2018
Intervenção	Simulação em Realidade Virtual	I – Estudos sobre simulação com Realidade Virtual	Realidade Virtual; VR; Simulação
Comparação	(não utilizado no âmbito de tese de mestrado)	(não utilizado no âmbito de tese de mestrado)	(não utilizado no âmbito de tese de mestrado)
Resultados	Estratégias de gamificação mais relevantes	E – Estudos sem resultados relevantes	Resultado
Contexto	Ensino de enfermagem	I – Estudos no contexto de ensino de enfermagem	Enfermagem; Educação
Desenho do Estudo	Estudos empíricos	E - Inquéritos	Estudo empírico; Estudo de caso

Ao procurar a literatura para análise com base nas *strings* resultantes desta abordagem, em plataformas como a biblioteca digital ACM [22], [23] e o Repositório Científico do Instituto

Politécnico do Porto [23], os resultados não foram satisfatórios. O uso de gamificação no ensino de enfermagem é uma estratégia inovadora e pouco utilizada, o que se refletiu na escassez de artigos encontrados sobre a sua aplicação, especialmente em par com o uso de Realidade Virtual.

No sentido de complementar os artigos encontrados com a abordagem PICOCS, utilizou-se também a ferramenta de pesquisa *Consensus*. Esta ferramenta – utilizada por investigadores de institutos como a NASA, MIT, IEEE e Harvard [24] – permite, com o uso de Inteligência Artificial, pesquisar artigos publicados em fontes distintas. Para esta pesquisa, inseriu-se no motor de busca da ferramenta a mesma pergunta de investigação utilizada na abordagem PICOCS.

Utilizando ambos os métodos de pesquisa, recolheram-se artigos pertinentes, que foram analisados, com o intuito de se responder às seguintes questões [25]:

1. Qual é a mensagem a levar deste artigo?
2. Qual a motivação para este artigo?
3. Qual é a solução proposta?
4. Qual é a avaliação do autor sobre a solução que é proposta?
5. Qual é a minha análise do problema, ideia e solução identificados?
6. Quais são as contribuições deste artigo?
7. Quais são as direções futuras deste artigo?
8. Depois de ler o artigo, o que é que eu perguntaria ao autor?

Este processo de análise permitiu sintetizar a informação dos artigos e, assim, facilitar a escrita da revisão da literatura e estado da arte.

2.1.2 RQ2: Da perspetiva de estudantes e docentes de enfermagem, o uso de gamificação é interessante e viável no contexto do ensino de atos de enfermagem?

Como veremos, esta questão é crucial para avaliar a pertinência da gamificação no contexto educacional e garantir que a solução proposta seja relevante e prática.

Para abordar esta questão, foi utilizada a estratégia *survey* (inquérito), com recurso a um questionário quantitativo, seguindo o modelo apresentado na Figura 2.

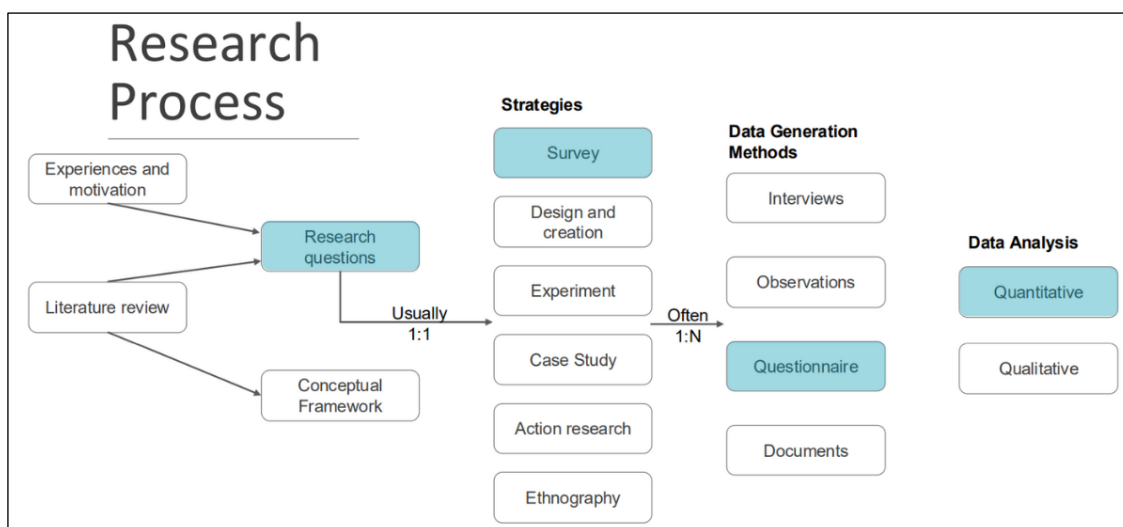


Figura 2 - Processo de Investigação da RQ2 [21]

O inquérito desenvolvido explora o perfil dos participantes – maioritariamente estudantes e docentes de enfermagem –, os seus hábitos com jogos digitais, a opinião sobre a gamificação na educação, o conhecimento e uso de tecnologias e a viabilidade da implementação de soluções gamificadas no ensino de enfermagem.

O inquérito foi disseminado através do contato com escolas de enfermagem em todo o país, solicitando a colaboração na divulgação junto de estudantes e docentes. Esta abordagem teve como objetivo alcançar um público diversificado e representativo, de forma a que as respostas refletissem uma ampla gama de perspetivas. Os resultados deste inquérito contribuíram para abordar com maior confiança o levantamento de necessidades deste projeto.

2.2 Fundamentos da Gamificação

A gamificação, enquanto conceito, refere-se à aplicação de elementos e estratégias de design de jogos em contextos que não estão relacionados com jogos, com o objetivo de aumentar o envolvimento, a motivação e a produtividade dos indivíduos [16]. Esta abordagem tem sido amplamente utilizada em áreas como a educação, a saúde e o marketing, demonstrando um elevado potencial para transformar experiências tradicionais em interações mais dinâmicas e envolventes [26]. No contexto educativo, a gamificação tem-se mostrado particularmente eficaz ao transformar processos de aprendizagem muitas vezes considerados monótonos em experiências interativas e motivadoras [26].

As estratégias de gamificação são os mecanismos através dos quais os elementos de jogos são integrados num determinado contexto. As principais estratégias incluem pontos, medalhas, tabelas de classificação, missões, feedback instantâneo e narrativas [27], [28]. Estas estratégias podem ser combinadas para criar experiências personalizadas e adaptadas aos objetivos de cada aplicação.

O avanço das tecnologias tem ampliado as possibilidades de aplicação de estratégias de gamificação em diversos contextos. Destacam-se as seguintes tecnologias:

- Realidade Virtual: Permite a criação de ambientes imersivos e interativos.
- Realidade Aumentada: Combina elementos virtuais com o mundo real, oferecendo uma experiência interativa.
- Aplicações Móveis: Oferecem acesso fácil a conteúdos interativos.
- Plataformas de E-learning: Incorporam elementos de gamificação no ensino.
- Simuladores de Treino: Reproduzem cenários realistas, permitindo a prática de competências específicas.

A aplicação de gamificação, em particular na educação, apresenta diversos benefícios, como promover a participação dos alunos [16], [28], [29], aumentar o entusiasmo pela aprendizagem [27], [28], [29], facilitar a percepção sobre o próprio progresso na aprendizagem [26] e melhorar a retenção de conhecimentos [30]. No entanto, se não for utilizada corretamente, apresenta também malefícios, como a criação de ambientes de competição não saudável [30] e ineficiência [28].

Para prevenir ambientes de competição não saudável, é essencial ter em atenção a forma como as estratégias de gamificação são implementadas, por exemplo pontos, medalhas e tabelas de classificação. Estas estratégias devem fomentar a colaboração, em que os alunos veem os colegas como pessoas com quem podem aprender, ou a quem podem ajudar, e não como melhores ou piores [30], [31], [32].

2.3 Gamificação no Ensino de Enfermagem

A gamificação tem emergido como uma estratégia inovadora no ensino de enfermagem – assim como noutras áreas de ensino – promovendo a interação, a motivação e a assimilação de conhecimentos em contextos educativos [33], [34], [35], [36], [37], [38]. A sua aplicação no ensino de enfermagem tem-se revelado particularmente promissora, ao permitir que os estudantes desenvolvam competências técnicas e comportamentais num ambiente controlado e envolvente [39], [40], [41].

Por exemplo, o estudo *“Expect the Unexpected: Simulation Games as a Teaching Strategy”* [27] demonstra como cenários simulados gamificados podem ajudar estudantes de enfermagem a enfrentar situações inesperadas, reduzindo o medo associado ao ambiente clínico. Neste estudo, os cenários combinavam elementos de jogo com experiências de simulação, promovendo a autoavaliação reflexiva e a aquisição de competências relacionadas com a segurança do paciente e o ambiente de cuidado. Os resultados mostraram que 100% dos participantes consideraram a experiência benéfica e relataram maior prontidão para enfrentar situações reais em ambiente clínico. Este tipo de abordagem sublinha o potencial da gamificação para aumentar a confiança e a preparação dos estudantes para desafios complexos no mundo real.

Adicionalmente, a revisão apresentada no artigo *“Gamification in Nursing”* [28] reforça o impacto positivo da gamificação no ensino de enfermagem. A análise de múltiplos estudos revelou que elementos de jogo, como medalhas e feedback instantâneo, contribuem para aumentar a motivação e o envolvimento dos estudantes. Embora a maioria dos estudos analisados tenha reportado benefícios significativos, como maior entusiasmo e eficácia na aprendizagem, foi também identificado um caso de impacto negativo, evidenciando que a implementação da gamificação requer cuidado e adequação ao contexto educativo. Este artigo destaca ainda a necessidade de investigações futuras para clarificar e otimizar a aplicação da gamificação no ensino de enfermagem.

O artigo *“Exploring the experience of nursing undergraduates in using gamification teaching mode based on the flow theory in nursing research: A qualitative study”* [29] introduz a aplicação da *flow theory* como uma abordagem pedagógica eficaz. O *flow* é descrito como um estado mental em que o indivíduo se encontra completamente imerso e focado numa atividade, o que pode aumentar a motivação e o prazer na aprendizagem. Este estudo qualitativo analisou a experiência de estudantes de enfermagem em cursos de investigação gamificados e os resultados destacam que a gamificação baseada na *flow theory* melhora a experiência de aprendizagem. Este conceito pode ser integrado no projeto desta dissertação, tornando as estratégias de gamificação mais envolventes e eficazes.

Outro aspeto importante no estudo da gamificação em enfermagem é a avaliação da experiência dos estudantes com estas metodologias. O artigo *“How to measure gamification experiences in nursing? Adaptation and validation of the Gameful Experience Scale [GAMEX]”* [42] apresenta uma escala adaptada e validada para medir as experiências de jogo em estudantes de enfermagem. De acordo com o estudo, esta ferramenta revelou-se confiável, permitindo avaliar dimensões emocionais da gamificação, como envolvimento, desafio e ausência de efeitos negativos, optando-se por utilizá-la na avaliação da solução desenvolvida no capítulo 5 – Avaliação da Solução deste projeto.

No âmbito deste projeto, as estratégias de gamificação a implementar elencam na tecnologia de Realidade Virtual. O uso de gamificação com recurso a Realidade Virtual, embora promissor, ainda não está amplamente normalizado no ensino de enfermagem, sendo uma abordagem inovadora em relação aos métodos tradicionais que não incorporam regularmente essas tecnologias [43], [44].

Estudos recentes, como o *“Evaluation of Gamification on Surgical Nursing Course using Immersive Virtual Reality: A comparative study”* [16], destacam os benefícios desta abordagem. A investigação utilizou uma metodologia comparativa entre dois grupos de estudantes de enfermagem, um grupo de controlo e um grupo experimental. O grupo de controlo seguiu métodos tradicionais de ensino, enquanto o grupo experimental incorporou gamificação imersiva baseada em tecnologia de Realidade Virtual. Os resultados demonstraram que os estudantes do grupo experimental apresentaram melhorias significativas na capacidade prática em enfermagem cirúrgica, na atitude face à aprendizagem e na autonomia no processo de aprendizagem, em comparação com o grupo de controlo ($P < 0,05$). Este estudo sublinha o potencial da gamificação imersiva em Realidade Virtual para transformar o ensino de

enfermagem, promovendo não apenas a aquisição de conhecimentos teóricos, mas também a aplicação real e o desenvolvimento de competências essenciais para a prática clínica. Estas evidências reforçam a relevância da adoção desta tecnologia no contexto educacional.

Em suma, a gamificação no ensino de enfermagem, particularmente quando combinada com tecnologias emergentes como a Realidade Virtual e com a *flow theory*, tem o potencial de transformar o modo como os estudantes aprendem e se preparam para a prática clínica, tornando o processo de aprendizagem dinâmico, envolvente e eficaz. A continuidade de pesquisa e implementação cuidadosa destas metodologias será fundamental para o seu sucesso a longo prazo no contexto educacional.

2.4 Levantamento de Necessidade

O levantamento de necessidade é uma etapa crucial para garantir que a solução desenvolvida corresponde às expectativas e requisitos dos principais interessados, neste caso, os estudantes e docentes de enfermagem. Para tal, foram analisadas as respostas ao inquérito desenvolvido, distribuído inicialmente através do *Google Forms*, com base na segunda pergunta de investigação deste projeto.

Antes de iniciar a análise dos dados recolhidos, é fundamental determinar o tamanho da amostra necessário para garantir que os resultados obtidos sejam representativos e estatisticamente válidos. O cálculo da amostra leva em consideração o público-alvo do inquérito, composto por estudantes e docentes de enfermagem em Portugal.

Para calcular o tamanho da amostra, utiliza-se a fórmula padrão para amostras aleatórias simples, considerando um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5%, que são os parâmetros típicos em estudos de pesquisa educacional [45], [46], [47].

A fórmula para o cálculo do tamanho da amostra é:

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p)}{E^2} \quad (1)$$

, onde n é o tamanho da amostra necessário, Z é o valor crítico da distribuição normal para o nível de confiança (para 95% de confiança, $Z=1,96$), p é a proporção estimada da população (assume-se 50% ou $p=0,5$ para maximizar o tamanho da amostra, já que não se tem uma estimativa precisa), E é a margem de erro desejada (5% ou $E=0,05$).

Substituindo os valores na fórmula:

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,05^2}$$

$$n = \frac{3,8416 \times (0,25)}{0,0025}$$

$$n = 384,16$$

Assim, o tamanho da amostra necessário para garantir um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5% é de aproximadamente 384 respostas (este valor foi arredondado para 385, para garantir que a amostra seja representativa).

O número de respostas recolhidas foi 34. Embora este número não atinja o tamanho da amostra ideal, a análise dos dados será realizada com base nas respostas obtidas. No entanto, para propósitos de trabalho futuro, o inquérito deverá continuar a ser disseminado entre estudantes e docentes de enfermagem em Portugal, esperando-se que a amostra atinja um tamanho representativo. Nesse momento, será realizada uma nova análise com a amostra final, garantindo uma maior robustez nos resultados e uma maior confiança nas conclusões.

Segue-se a análise das respostas ao inquérito, considerando o levantamento de 34 respostas. Os gráficos ilustrativos das respostas a cada uma das questões estão disponíveis no capítulo Anexo A – Inquérito de Levantamento de Necessidade.

A maioria dos participantes é composta por estudantes de enfermagem (73,5%), enquanto os docentes de enfermagem representam uma menor proporção (20,6%). Houve também uma pequena percentagem dos participantes (5,9%) composta por profissionais de enfermagem, com mais de 20 anos de atividade profissional. Entre os estudantes, verifica-se uma distribuição relativamente equilibrada entre os diferentes níveis de formação: 16% estão no 1º ano da licenciatura, 12% no 2º ano, 28% no 3º ano, 32% no 4º ano e 12% no mestrado. Não houve participação de estudantes de doutoramento ou outras formações. Entre os docentes, a experiência varia significativamente: 14,3% possuem entre 1 e 5 anos de atividade, 14,3% entre 6 e 10 anos, 28,6% entre 11 e 20 anos, e 42,9% possuem mais de 20 anos de experiência.

Embora 44,1% dos participantes afirmem gostar de jogos digitais, a maioria (55,9%) não demonstra interesse por esta forma de entretenimento. Entre os que jogam, 50% fazem-no menos de uma vez por semana, enquanto apenas 25% jogam mais de 4 vezes por semana. A experiência com jogos digitais em contexto educativo na área de enfermagem é limitada: apenas 38,2% dos participantes já tiveram contato com este tipo de ferramenta, e 20,6% já experimentaram jogos em Realidade Virtual aplicados à enfermagem.

Apenas 17,6% dos participantes veem a gamificação como uma distração. A ideia de usar gamificação no ensino de atos de enfermagem é amplamente considerada interessante, com 58,8% respondentes atribuindo nota 4 e 35,3% atribuindo nota 5. A motivação proporcionada pela gamificação é igualmente valorizada, com 91,2% dos respondentes atribuindo notas 4 ou 5.

Os participantes acreditam que a gamificação pode melhorar a compreensão e apreensão de conhecimentos (94,1% atribuem notas 4 ou 5), além de facilitar a aprendizagem de procedimentos complexos (88,3% atribuem notas 4 ou 5), como manobras de reanimação e procedimentos invasivos. Também consideram que a gamificação pode complementar a formação prática, especialmente em procedimentos invasivos, como suturas e administração de vacinas (88,3% atribuem notas 4 ou 5).

A familiaridade com tecnologias relacionadas à gamificação é ampla, destacando-se o conhecimento sobre Realidade Virtual (94,1%), plataformas de e-learning (91,2%) e simuladores de treino (82,4%). Contudo, a utilização prática é mais restrita: 79,4% dos participantes já usaram plataformas de e-learning, 58,8% simuladores de treino e 35,3% Realidade Virtual. Entre as estratégias de gamificação, as preferidas incluem desafios ou missões (61,8%), feedback instantâneo (47,1%) e tabelas de classificação (47,1%).

A integração de gamificação no currículo de enfermagem é considerada viável por uma maioria dos participantes, com 73,5% atribuindo notas 4 ou 5. No entanto, 73,5% participantes acreditam que docentes e estudantes precisam de formação específica para utilizar eficazmente ferramentas gamificadas, e 64,7% veem os custos e recursos necessários como potenciais obstáculos.

Entre os respondentes, 82,4% demonstraram interesse em participar nos testes e avaliações do produto resultante deste projeto.

Os resultados apontam para um interesse significativo na utilização da gamificação no ensino de enfermagem, tanto por estudantes quanto por docentes. Apesar de algumas limitações, como o custo e a necessidade de formação específica, a percepção geral é positiva, indicando que a gamificação pode ser uma ferramenta eficaz e motivadora no contexto educacional.

2.5 Desafios e Oportunidades

O desenvolvimento e a implementação de uma solução baseada em gamificação e Realidade Virtual para o ensino de atos de enfermagem apresentam um conjunto significativo de desafios e oportunidades. Este capítulo explora os principais aspectos que influenciam o sucesso deste projeto, com base na análise SWOT do projeto, conforme se apresenta na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2 - Análise SWOT do Projeto (1/2)

Strengths (Forças)	Weaknesses (Fraquezas)
<p>Inovação tecnológica: O uso de Realidade Virtual e gamificação como ferramentas educativas oferece uma abordagem interativa e moderna.</p> <p>Relevância educacional: Verifica-se potencial para melhorar a motivação e a assimilação de conhecimentos entre estudantes de enfermagem.</p> <p>Segurança: Permite a prática de procedimentos invasivos e complexos num ambiente controlado e sem riscos para pacientes.</p>	<p>Curva de aprendizagem: Confirma-se a percepção de necessidade de formação específica para docentes e estudantes, com 11 respondentes ao inquérito a destacar esta questão.</p> <p>Infraestrutura e acesso limitado: Apesar do conhecimento sobre tecnologias como Realidade Virtual, a utilização prática ainda é baixa (apenas 7 respondentes ao inquérito já usaram VR), indicando possíveis barreiras de acesso.</p> <p>Alto custo e dependência tecnológica: O custo e a necessidade de infraestrutura tecnológica específica podem limitar a implementação em instituições com recursos financeiros limitados. Além disso, problemas técnicos ou falta de manutenção dos equipamentos podem comprometer a experiência de aprendizagem.</p>

Tabela 3 - Análise SWOT do Projeto (2/2)

Opportunities (Oportunidades)	Threats (Ameaças)
<p>Aceitação positiva da gamificação: A maioria dos respondentes ao inquérito (91,2%) considera interessante e motivadora a ideia de integrar gamificação no ensino de atos de enfermagem.</p> <p>Crescimento do mercado: Aumento da aceitação e investimento em tecnologias educacionais.</p> <p>Parcerias estratégicas: Possibilidade de colaboração com instituições de ensino, empresas de tecnologia e entidades governamentais.</p> <p>Diferenciação competitiva: Oferta de uma solução educativa inovadora que pode destacar as instituições de ensino que a adotarem.</p>	<p>Interesse limitado em jogos digitais: A maioria dos participantes (55,9%) não gosta de jogos digitais, o que pode dificultar a aceitação inicial do projeto.</p> <p>Resistência à mudança: Relutância de algumas instituições, docentes ou estudantes em adotar novas metodologias de ensino.</p> <p>Concorrência: Com a evolução tecnológica, outras empresas ou instituições podem propor soluções semelhantes.</p>

Apesar dos desafios identificados, as oportunidades apresentadas pelo projeto demonstram o seu elevado potencial para transformar o ensino de enfermagem. A análise SWOT evidencia que, com uma abordagem estratégica e parcerias adequadas, é possível superar as barreiras e maximizar o impacto desta solução inovadora.

2.6 Decisões para o Desenho da Solução

Tendo por base os resultados da pesquisa efetuada, foram feitas escolhas a ter em conta aquando do desenho da solução.

A tecnologia de gamificação a utilizar, já utilizada no projeto de Projeto/Estágio [2], [3], [4] que serve como base para este trabalho de dissertação, é a Realidade Virtual. Através da utilização desta tecnologia, são criados cenários imersivos que simulam ambientes clínicos, proporcionando-se uma experiência realista e intuitiva. Esta tecnologia foi implementada utilizando o motor de jogo *Unity* [48] e o *headset* de Realidade Virtual *Meta Quest 2* [49], o que facilitou a integração no projeto base, desenvolvido do mesmo modo.

Decorrendo dos objetivos do trabalho atual, foram incluídas estratégias de gamificação para aumentar o envolvimento dos estudantes na aprendizagem. Considerando as respostas ao questionário de levantamento de necessidade, foram implementados desafios ou missões, feedback instantâneo e tabelas de classificação. Utilizou-se a narrativa para contextualizar as atividades implementadas e criar cenários que refletem situações reais enfrentadas por profissionais de enfermagem. Estas estratégias foram implementadas da seguinte forma:

1. Desafios ou Missões: Implementar atividades práticas – consultas – organizadas em fases com objetivos claros, como preparação – higienização e preparação de materiais –, execução – realização dos passos necessários para completar o procedimento necessário para a consulta – e finalização – dar destino adequado aos materiais.
2. Feedback Instantâneo: Durante as atividades, fornecer aos estudantes feedback imediato sobre o seu desempenho, destacando acertos e pontos de melhoria.

3. Tabelas de Classificação: Criar tabelas de classificação que apresentem o desempenho dos estudantes em relação a objetivos específicos, como o tempo necessário para completar uma missão ou a precisão alcançada. Estas tabelas podem ser configuradas para exibir classificações individuais e em grupo, para promover um espírito saudável de competição e colaboração.
4. Narrativas: Permitir aos estudantes assumir o papel de uma equipa de enfermagem num hospital, atuando em situações quotidianas ou de emergência médica.

Além destas estratégias, foi incorporada a *flow theory* como base para o desenho das atividades, conforme sugerido no artigo “*Exploring the experience of nursing undergraduates in using gamification teaching mode based on the flow theory in nursing research: A qualitative study*” [29].

Aquando da avaliação da solução, foi utilizada a escala sugerida no artigo “*How to measure gamification experiences in nursing? Adaptation and validation of the Gameful Experience Scale [GAMEX]*” [42] como uma das dimensões do QEF [15].

As decisões tomadas para o desenho da solução refletem uma abordagem equilibrada entre inovação tecnológica e viabilidade prática que, alinhando-se com as necessidades identificadas na análise da literatura existente sobre o tema e no levantamento de necessidades, destacam este projeto de outros concorrentes.

2.7 Conclusões

A revisão da literatura e o levantamento de necessidades realizados ao longo deste trabalho permitiram identificar as principais estratégias de gamificação relevantes no contexto do ensino de enfermagem, especialmente no uso de simulações em Realidade Virtual. A análise das tendências atuais e das práticas educacionais revelou que a gamificação, quando bem implementada, tem o potencial de aumentar o envolvimento e a motivação dos estudantes, além de melhorar o desenvolvimento de competências práticas e cognitivas.

O uso da Realidade Virtual como ferramenta de gamificação destaca-se como uma abordagem inovadora e eficaz para simular ambientes clínicos, proporcionando uma experiência imersiva que facilita a aprendizagem de atos de enfermagem [16], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56]. A criação de cenários realistas e interativos, aliada ao uso de estratégias como desafios, feedback instantâneo, tabelas de classificação e narrativas, permite que os estudantes desenvolvam habilidades práticas num ambiente seguro e controlado [50], [54], [56]. Estas estratégias foram desenhadas para promover um equilíbrio entre a complexidade das tarefas e as habilidades dos estudantes, alinhando-se com a *flow theory*, que visa maximizar o envolvimento e a concentração durante o processo de aprendizagem.

A partir dos resultados do levantamento de necessidades, foi possível perceber que tanto estudantes como docentes de enfermagem reconhecem o valor da gamificação como uma ferramenta interessante e viável para o ensino de enfermagem. A aceitação das tecnologias de

gamificação, como a Realidade Virtual, é ampla, embora existam algumas preocupações relacionadas com a acessibilidade e a adaptação dos currículos às novas metodologias. No entanto, os benefícios em termos de motivação, envolvimento e desenvolvimento de competências práticas são amplamente reconhecidos.

Por fim, a implementação da solução proposta neste projeto visa não só melhorar a aprendizagem dos estudantes de enfermagem, mas também criar um ambiente de ensino mais dinâmico, interativo e alinhado com as necessidades e desafios do ensino contemporâneo. A gamificação, quando aplicada de forma estratégica e integrada com tecnologias imersivas como a Realidade Virtual, tem o potencial de transformar a educação em enfermagem, tornando-a mais eficaz e atraente para as novas gerações de profissionais de saúde.

3 Análise e Desenho da Solução

Este capítulo centra-se na descrição do processo de análise e conceção da solução desenvolvida, focando nos requisitos funcionais e não funcionais definidos e respetivo desenho, elencando os dados recolhidos através do questionário de levantamento de necessidades, na revisão da literatura e nos objetivos traçados para o projeto. A proposta envolve a criação de uma solução de gamificação, com recurso à Realidade Virtual, que permitirá tornar a formação de estudantes de enfermagem imersiva.

3.1 Requisitos Funcionais e Não Funcionais

A definição dos requisitos da aplicação tem por base as necessidades identificadas no levantamento efetuado com o inquérito respondido por estudantes e docentes de enfermagem, bem como as boas práticas apontadas na literatura científica relacionada com gamificação, Realidade Virtual e ensino em saúde.

3.1.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais descrevem as funcionalidades que a aplicação deve oferecer [57]. A definição destes requisitos foi influenciada por dois fatores principais: a *flow theory* e os resultados do levantamento de necessidades realizado junto dos estudantes de enfermagem.

Conforme referido no subcapítulo 2.3 - Gamificação no Ensino de Enfermagem, a *flow theory* destaca a importância de manter o utilizador num estado de imersão equilibrado, em que os desafios apresentados estão ajustados às suas competências. Assim, o procedimento clínico foi desenhado de forma progressiva e estruturada, combinando tarefas simples (como a lavagem das mãos) com outras mais complexas (como a remoção dos pontos de sutura) e com ferramentas de auxílio (como vídeos de demonstração, o que é abordado com maior detalhe

no capítulo 4.3.1 – UC1: Jogar simulação de procedimento clínico), de modo a sustentar a motivação e evitar tanto a frustração como o desinteresse.

Por outro lado, o inquérito realizado – em especial a questão exposta na Figura 103, Anexo A – Inquérito de Levantamento de Necessidade – evidenciou as estratégias de gamificação mais valorizadas pelos estudantes, nomeadamente os desafios ou missões (61,8%), o feedback instantâneo (47,1%), as narrativas de jogo (47,1%) e as tabelas de classificação (44,1%). E, mesmo sendo as estratégias menos escolhidas, também os Pontos (35,3%) e as Medalhas (20,6%) tiveram uma percentagem considerável de votos, sendo também incluídas no desenho da solução. Estes resultados tiveram influência direta na definição dos Casos de Uso e respetivas funcionalidades.

Assim sendo, a solução proposta permite que o utilizador inicie um cenário de simulação de uma consulta, com execução de um procedimento clínico – a remoção de pontos de sutura – num ambiente virtual. O utilizador assume o papel de um profissional de enfermagem, interagindo com um enfermeiro e um paciente virtuais, a fim de realizar todas as etapas do procedimento a ser executado. Ao longo da experiência, o utilizador recebe feedback em tempo real, positivo ou negativo, e a sua prestação é avaliada com base num sistema de pontos e no tempo que demora a concluir as tarefas implícitas no cenário. Após concluir as tarefas do cenário, o utilizador consegue visualizar as conquistas que desbloqueou e consultar a tabela de classificação com os resultados de todos os jogadores.

Com base nos princípios descritos no parágrafo anterior, os requisitos funcionais foram formalizados nos seguintes Casos de Uso:

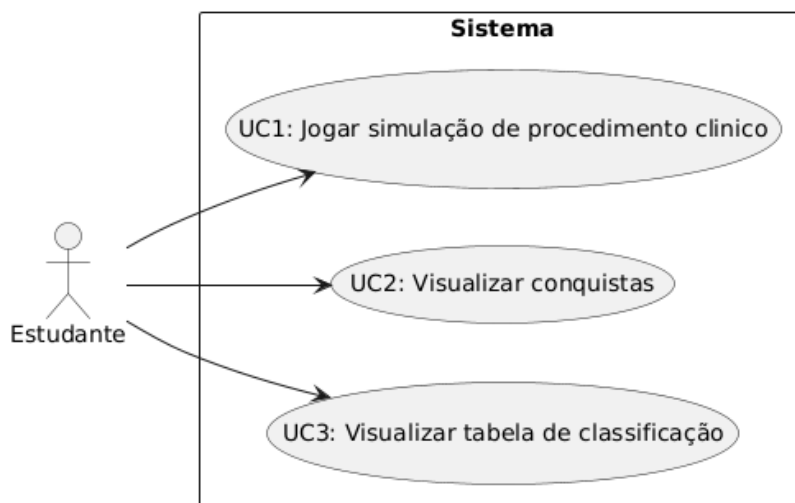


Figura 3 - Diagrama de Casos de Uso para este projeto

Cada Caso de Uso descreve a interação entre um ator – o estudante – e o sistema, de modo a alcançar um objetivo específico [58].

3.1.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais referem-se às propriedades de qualidade do sistema, como desempenho, usabilidade, segurança e compatibilidade. No âmbito deste projeto, estes requisitos foram organizados em duas dimensões principais: Adaptabilidade e Eficiência, de forma a evidenciar a resposta do sistema às interações do utilizador e a sua performance global durante a utilização.

Adaptabilidade – esta dimensão foca-se na capacidade da aplicação em se ajustar às ações, escolhas e ritmo do utilizador, garantindo coerência e consistência na experiência de utilização:

- A aplicação deve responder de forma imediata e adequada às ações do utilizador;
- A aplicação deve adaptar-se às escolhas e interações do utilizador, ajustando o seu comportamento em conformidade;
- A aplicação deve ajustar-se ao ritmo de execução de cada utilizador, sem forçar uma velocidade fixa ou prejudicar a experiência;
- A aplicação deve responder de forma fluída e consistente aos comandos do utilizador;
- A aplicação deve comportar-se de acordo com as expectativas do utilizador em diferentes situações, garantindo coerência nas interações.

Eficiência – esta dimensão diz respeito ao desempenho técnico e à usabilidade do sistema, assegurando uma experiência estável, sem erros e com elevados níveis de imersão:

- A interface da aplicação deve ser rápida e fluída, garantindo uma navegação sem atrasos ou quebras de desempenho;
- A aplicação não deve apresentar erros inesperados durante a utilização;
- Sempre que surjam erros, estes devem ser tratados de forma adequada, sem comprometer a continuidade da experiência;
- A aplicação deve funcionar de forma estável ao longo de toda a sessão de utilização;
- Os resultados apresentados pela aplicação devem corresponder corretamente às ações do utilizador;
- A interface da aplicação deve ser fácil de utilizar e compreender, minimizando a curva de aprendizagem;
- A aplicação deve proporcionar uma experiência imersiva e realista, adequada ao contexto da simulação em Realidade Virtual.

3.2 Desenho da Solução

A solução desenvolvida para este projeto trata-se de uma aplicação em Realidade Virtual, com elementos de gamificação. Para uma melhor visualização da proposta, foram elaborados storyboards que representam o percurso do utilizador dentro da aplicação [59], [60].

Foram criados dois storyboards: O primeiro, representado na Figura 4, é o rascunho inicial que permitiu estruturar a ideia base da solução. Posteriormente, tendo em conta os recursos

disponíveis e as limitações encontradas, este storyboard foi revisto e refinado, resultando numa versão mais completa e detalhada, incluída na Figura 5.

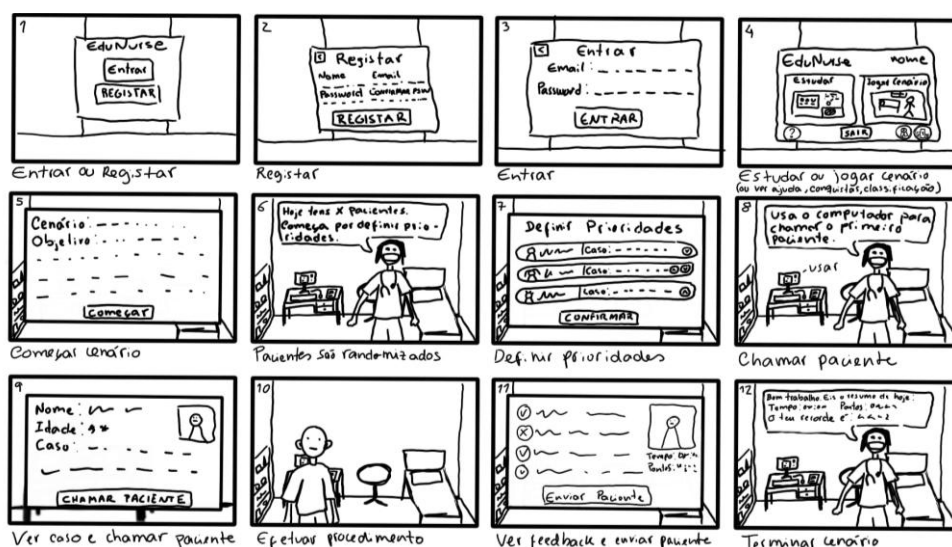


Figura 4 - Storyboard inicial da aplicação

Para visualizar com maior detalhe a Figura 4, consultar Anexo B – Storyboard Inicial.

O storyboard inicial apresenta de forma simplificada o fluxo da aplicação. Este começa pelo ecrã de entrada ou registo, onde o utilizador pode criar conta ou iniciar sessão. Depois de autenticado, tem acesso ao menu principal, onde pode escolher entre estudar ou jogar um cenário.

Ao iniciar um cenário, o estudante tem de incluir os seus objetivos e são gerados pacientes de forma aleatória. O utilizador deveria então definir prioridades, organizando os casos a atender. Segue-se a etapa de chamar o paciente, visualizar os seus dados (nome, idade, caso clínico) e proceder ao atendimento.

Durante a execução do procedimento clínico, o utilizador realiza os passos necessários, recebendo feedback sobre a sua performance. O último passo implica dar o paciente como atendido e o utilizador passa ao paciente seguinte. Assim que todos os pacientes fossem atendidos, o cenário pode então ser finalizado, apresentando ao utilizador um resumo do seu desempenho.

Este storyboard serviu como base conceptual, permitindo estruturar a experiência de jogo de forma clara e objetiva.

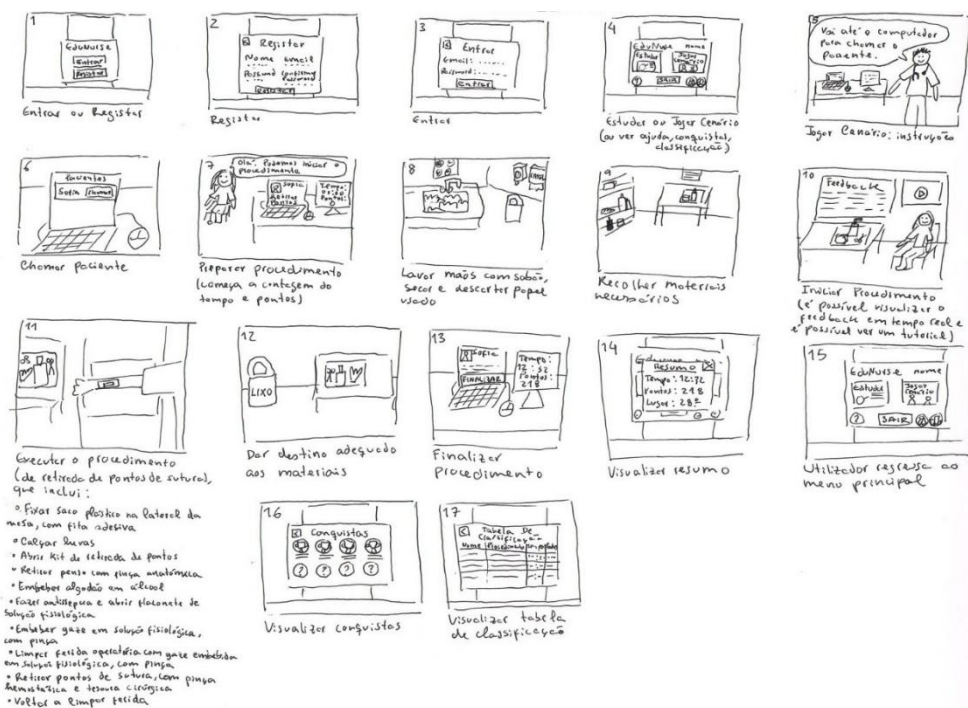


Figura 5 - Storyboard completo

Para visualizar com maior detalhe a Figura 5, consultar Anexo C – Storyboard Completo.

O storyboard final apresenta uma versão detalhada e já próxima da aplicação desenvolvida, considerando limitações como os modelos 3D disponíveis e o tempo necessário para desenvolver um caso clínico com rigor.

O fluxo mantém a lógica inicial de entrada, registo e menu principal, mas assume apenas um paciente por cenário, aprofundando a descrição das etapas do procedimento clínico. Após chamar o paciente, o utilizador deve cumprir passos específicos, como lavar corretamente as mãos, recolher os materiais necessários e preparar o procedimento.

A execução do procedimento clínico é aqui descrita com pormenor, incluindo a remoção de pontos de sutura, a aplicação de solução fisiológica, a limpeza da área tratada e a correta eliminação dos materiais utilizados. Esta sequência garante maior fidelidade ao contexto real de uma prática clínica.

No final, o utilizador recebe um resumo do seu desempenho com tempo, erros e pontuação, podendo ainda consultar as conquistas desbloqueadas e a tabela de classificação geral.

Este storyboard completo reflete fielmente o funcionamento da aplicação e a experiência interativa projetada, sendo o resultado da adaptação do storyboard inicial às condições reais de implementação.

De forma a explicar com rigor o fluxo da solução, foram ainda criados diagramas BPMN para cada um dos Casos de Uso definidos. Um diagrama BPMN é uma representação visual de um

processo, utilizando um conjunto de símbolos e regras para descrever o seu fluxo de forma lógica e sequencial. [61]

3.2.1 UC1: Jogar simulação de procedimento clínico

O Caso de Uso “Jogar simulação de procedimento clínico” corresponde ao núcleo da solução, permitindo ao utilizador realizar um procedimento clínico num ambiente virtual, seguindo as boas práticas de higiene e execução de técnicas médicas.

A Figura 6 apresenta o diagrama BPMN que representa este Caso de Uso.

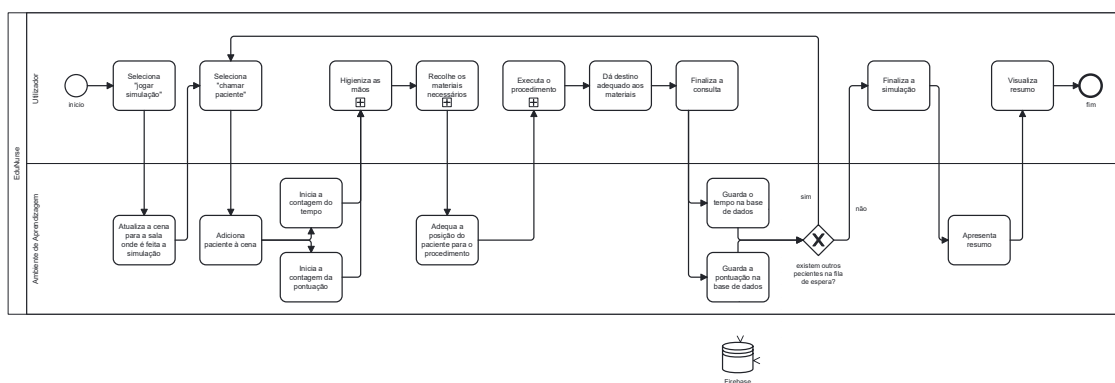


Figura 6 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Jogar simulação de procedimento clínico"

Para visualizar com maior detalhe a Figura 6, consultar Anexo D – Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Jogar simulação de procedimento clínico".

O processo inicia-se com o utilizador a selecionar a opção “Jogar simulação”, momento em que o sistema apresenta a cena onde será jogado um cenário clínico. Em seguida, o utilizador pode chamar um paciente, o que desencadeia a adição do paciente à cena e o arranque da contagem do tempo e pontos.

Antes de iniciar o procedimento, o utilizador deve realizar as etapas de preparação: higienizar corretamente as mãos e recolher os materiais necessários.

Com a preparação concluída, o utilizador pode executar o procedimento clínico (por exemplo, a remoção de pontos de sutura). Após a execução, o utilizador deve dar o destino adequado aos materiais utilizados, concluindo assim a consulta.

Durante a preparação, o procedimento e a limpeza, são adicionados e subtraídos pontos, refletindo a boa ou má execução de cada passo.

No final de cada consulta, o sistema regista automaticamente o tempo de execução e a pontuação do utilizador na base de dados, garantindo a persistência da informação. Concluída a consulta, se existirem outros pacientes, o utilizador chama o seguinte. Se não existirem mais pacientes, o utilizador termina o cenário.

Ao terminar o cenário, é apresentado um resumo do desempenho para cada consulta, com o tempo utilizado, a pontuação final e os erros cometidos.

Este diagrama BPMN permite visualizar de forma clara o fluxo de interação do utilizador com a aplicação durante a simulação clínica, evidenciando não só as ações manuais do utilizador, mas também os momentos em que o sistema intervém, por exemplo, ao fazer alterações nos objetos da cena.

3.2.2 UC2: Visualizar conquistas

O Caso de Uso “Visualizar conquistas” tem como objetivo permitir que o utilizador consulte as conquistas desbloqueadas ao longo da sua utilização da aplicação. Esta funcionalidade reforça os elementos de gamificação, aumentando a motivação dos utilizadores através da visualização do seu progresso e resultados.

A Figura 7 apresenta o BPMN correspondente a este Caso de Uso.

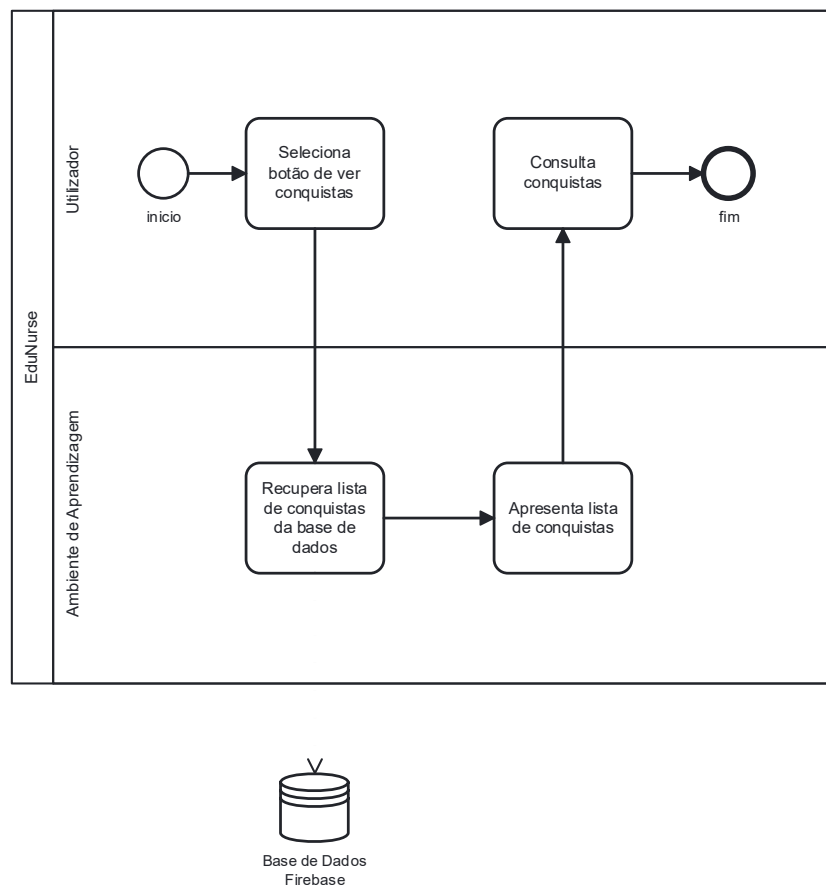


Figura 7 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Visualizar conquistas"

O processo inicia-se quando o utilizador seleciona a opção de ver conquistas no ambiente da aplicação. Esta ação desencadeia uma solicitação ao sistema para obter os dados de conquistas.

De seguida, o sistema acede à base de dados Firebase [62], como se observa na Figura 7, de forma a recuperar a lista de conquistas desbloqueadas associadas ao utilizador autenticado.

Após a recuperação da informação, o sistema apresenta a lista de conquistas desbloqueadas na interface gráfica, de forma clara e intuitiva. As restantes surgem como ocultas, incentivando o estudante a explorar e descobrir como as desbloquear.

O processo é concluído quando a lista é exibida, no entanto, o utilizador pode regressar ao menu principal e realizar novas consultas.

Este Caso de Uso corresponde diretamente aos objetivos do projeto, ao reforçar a motivação intrínseca do estudante, fornecendo-lhe feedback visual sobre o seu percurso de aprendizagem e incentivando a continuidade da prática em cenários clínicos simulados.

3.2.3 UC3: Visualizar tabela de classificação

O Caso de Uso “Visualizar tabela de classificação” tem como objetivo disponibilizar ao utilizador uma visão clara da sua posição face aos restantes participantes da aplicação. Esta funcionalidade promove um ambiente competitivo saudável, de modo a estimular o envolvimento e a melhoria contínua do desempenho.

A Figura 8 apresenta o BPMN correspondente a este Caso de Uso.

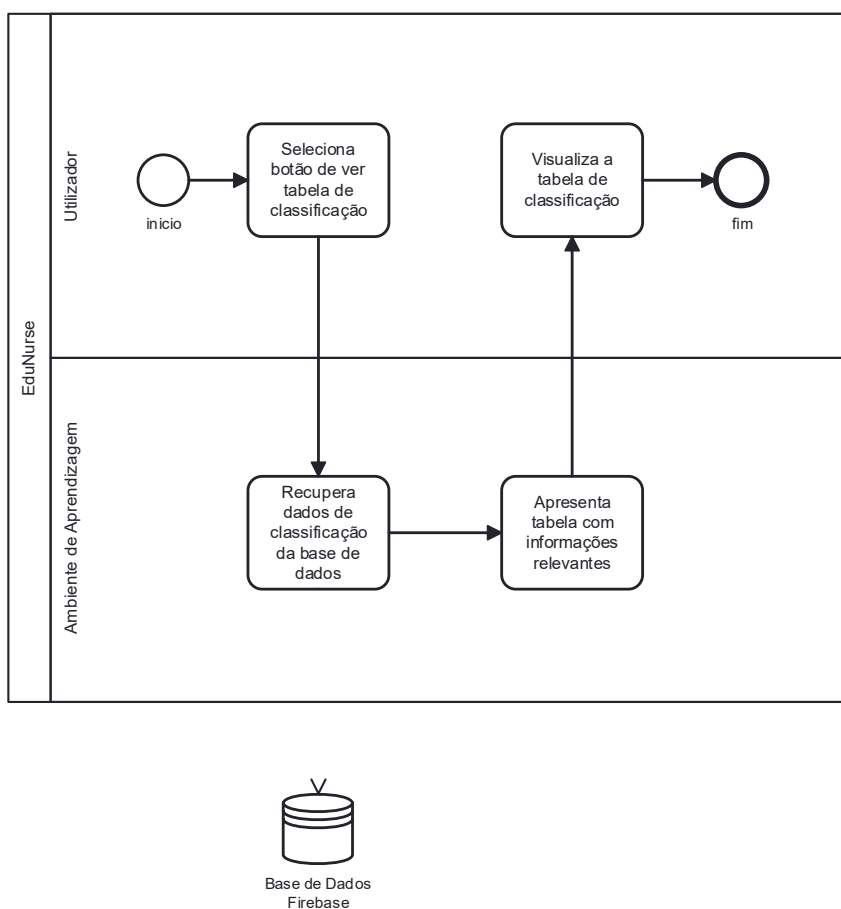


Figura 8 - Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Visualizar tabela de classificação"

O utilizador inicia o processo ao selecionar a opção de “ver a tabela de classificação”. Esta ação desencadeia uma solicitação ao sistema para recuperar os dados de classificação atualizados.

De seguida, o sistema acede à base de dados Firebase e recolhe as informações relevantes, incluindo nome dos utilizadores, melhor pontuação e tempo associado. Estes dados permitem compor uma tabela ordenada de acordo com a melhor pontuação de cada utilizador e, em caso de empate, o menor tempo necessário para concluir a consulta.

Após a obtenção das informações, o sistema apresenta a tabela de classificação na interface gráfica, estruturada de forma clara e organizada, permitindo ao utilizador identificar facilmente a sua posição, bem como a dos demais participantes.

A apresentação da tabela conclui o processo, mas o utilizador pode regressar ao menu principal e realizar novas consultas.

Este Caso de Uso vai de encontro aos objetivos traçados para a aplicação, ao fomentar a motivação extrínseca, promovendo a competitividade entre os utilizadores e incentivando a superação individual através da comparação com o desempenho de outros colegas no contexto de cenários clínicos simulados.

3.3 Análise do Desenho da Solução

Para validar o desenho da solução e garantir que os elementos de gamificação se encontram equilibrados e adequados ao contexto de ensino de enfermagem, foi utilizada a *framework* Octalysis [63], proposta por Yu-kai Chou. Este modelo analisa a experiência do utilizador através de oito *Core Drives* de motivação, conforme representado na Figura 9, permitindo identificar pontos fortes e áreas de melhoria na aplicação.

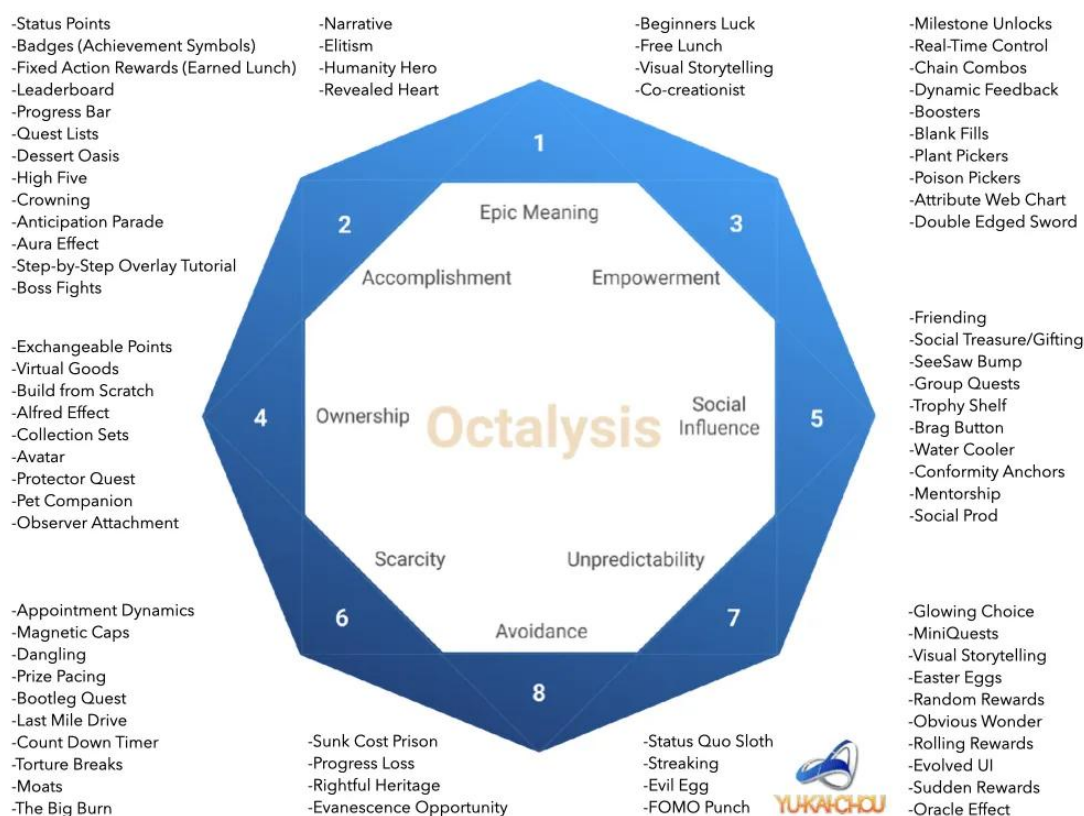


Figura 9 - Diagrama Octalysis de Referência, com descrição dos 8 motores essenciais de motivação [63]

O Octalysis parte do princípio de que toda a experiência humana é motivada por diferentes *Core Drives*, que podem ser classificadas em *White Hat* (motivação positiva – *Epic Meaning*, *Accomplishment*, *Empowerment*) ou *Black Hat* (pressão/urgência – *Scarcity*, *Unpredictability*, *Avoidance*) e em *Left Brain* (motivações extrínsecas e lógica – *Accomplishment*, *Ownership*, *Scarcity*) ou *Right Brain* (motivações intrínsecas e criatividade – *Empowerment*, *Social Influence*, *Unpredictability*), conforme apresentado na Figura 10.

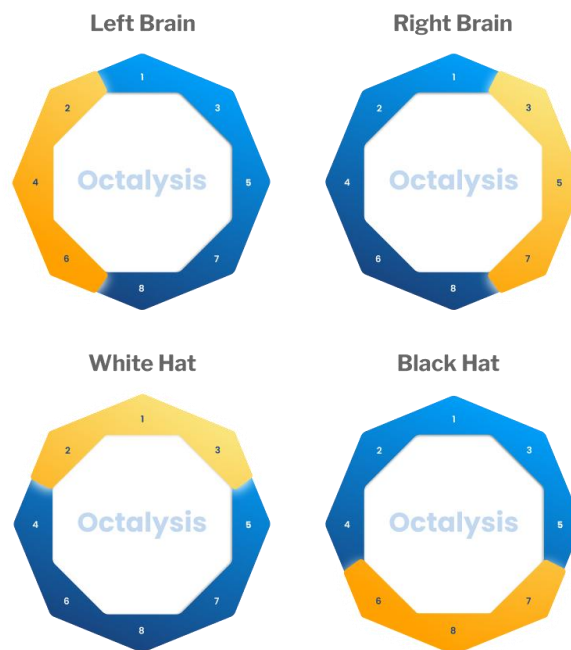


Figura 10 - Divisão dos 8 *Core Drives* da Framework Octalysis em *Left Brain*, *Right Brain*, *White Hat* e *Black Hat* [64]

Através deste enquadramento, torna-se possível desenhar experiências mais completas e envolventes.

Para construir o diagrama Octalysis deste projeto, foi inicialmente analisado o diagrama Octalysis de referência (Figura 9) que inclui todos os principais mecanismos de jogo associados a cada *Core Drive*. Este diagrama serviu como guia para identificar os elementos presentes no desenho da solução.

O *Core Drive 1, Epic Meaning*, inclui elementos como *Narrative* (história que dá contexto às ações do utilizador), *Elitism* (sensação de fazer parte de um grupo restrito), *Humanity Hero* (contribuição para um bem maior), *Revealed Heart* (exposição de aspetos pessoais), *Beginner's Luck* (benefícios iniciais para novos jogadores), *Free Lunch* (recompensas inesperadas sem esforço), *Visual Storytelling* (uso de narrativa visual para reforçar significado) e *Co-Creationist* (construção colaborativa de conteúdos).

O *Core Drive 2, Accomplishment*, contempla mecanismos como *Status Points* (atribuição de pontos por conquistas), *Badges* (símbolos visuais de realização), *Fixed Action Rewards* (recompensas consistentes após determinada ação), *Leaderboard* (tabelas comparativas), *Progress Bar* (indicadores de progresso), *Quest Lists* (listas de objetivos), *Dessert Oasis* (pequenas recompensas de alívio), *High Five* (reconhecimento imediato), *Crowning* (distinção do melhor jogador), *Anticipation Parade* (recompensas anunciadas com antecedência), *Aura Effect* (benefícios visíveis de conquistas), *Step-by-Step Overlay Tutorial* (tutoriais interativos) e *Boss Fights* (desafios finais de elevada dificuldade).

O *Core Drive 3, Empowerment*, é caracterizado por elementos como *Milestone Unlocks* (desbloqueio progressivo de funcionalidades), *Real-Time Control* (controle imediato sobre as ações), *Chain Combos* (encadeamento de ações), *Dynamic Feedback* (feedback imediato e adaptativo), *Boosters* (recursos extra temporários), *Blank Fills* (espaços para completar criativamente), *Plant Pickers* e *Poison Pickers* (escolhas com consequências diferentes), *Attribute Web Chart* (gráficos de atributos), e *Double-Edged Sword* (recompensas com riscos associados).

O *Core Drive 4, Ownership*, inclui *Exchangeable Points* (pontos que podem ser trocados), *Virtual Goods* (objetos virtuais adquiríveis), *Build from Scratch* (possibilidade de construir algo), *Alfred Effect* (personalização de ajuda), *Collection Sets* (coleções a completar), *Avatar* (representação visual do jogador), *Protector Quest* (responsabilidade de proteção), *Pet Companion* (companheiro virtual) e *Observer Attachment* (apego a personagens/objetos).

O *Core Drive 5, Social Influence*, envolve elementos como *Friending* (criação de amizades), *Social Treasure/Gifting* (troca de recompensas), *SeeSaw Bump* (influência competitiva mútua), *Group Quests* (missões colaborativas), *Trophy Shelf* (exibição de conquistas), *Brag Button* (partilha de resultados), *Water Cooler* (espaços sociais informais), *Conformity Anchors* (pressão para alinhar com outros), *Mentorship* (apoio de jogadores experientes) e *Social Prod* (pressão social para agir).

O *Core Drive 6, Scarcity*, apresenta elementos como *Appointment Dynamics* (recompensas em momentos específicos), *Magnetic Caps* (limites que incentivam retorno), *Dangling* (objetivos incompletos visíveis), *Prize Pacing* (recompensas espaçadas), *Bootleg Quest* (acesso não autorizado como motivação), *Last Mile Drive* (motivação adicional perto do fim), *Count Down Timer* (tempo limitado), *Torture Breaks* (intervalos forçados), *Moats* (barreiras de acesso), e *The Big Burn* (perda de recursos acumulados).

O *Core Drive 7, Unpredictability*, inclui *Glowing Choice* (decisões enigmáticas), *MiniQuests* (pequenas missões paralelas), *Visual Storytelling* (narrativa visual inesperada), *Easter Eggs* (segredos escondidos), *Random Rewards* (recompensas aleatórias), *Obvious Wonder* (surpresas evidentes), *Rolling Rewards* (recompensas sucessivas), *Evolved UI* (interface que muda), *Sudden Rewards* (recompensas inesperadas) e *Oracle Effect* (antecipação do futuro).

O *Core Drive 8, Avoidance*, contempla *Sunk Cost Prison* (manutenção por investimento passado), *Progress Loss* (perda de progresso como ameaça), *Rightful Heritage* (recompensas “de direito”), *Evanescence Opportunity* (oportunidades que desaparecem), *Status Quo Sloth* (resistência à mudança), *Streaking* (cadeias de vitórias), *Evil Egg* (eventos negativos súbitos), e *FOMO Punch* (medo de perder algo importante).

De seguida, utilizou-se a ferramenta oficial Octalysis Tool [65] para construir o diagrama Octalysis específico da aplicação a desenvolver (Figura 11) onde foram considerados apenas os elementos efetivamente implementados.

Para o *Core Drive 1, Epic Meaning*:

- O elemento *Narrative* foi considerado implementado, uma vez que o utilizador assume o papel de um enfermeiro em contexto clínico, seguindo uma história imersiva de cuidados a pacientes. A simulação enquadra todas as ações dentro de uma narrativa profissional, que dá significado às tarefas e reforça a sensação de propósito.
- O elemento *Humanity Hero* também está presente, pois o estudante é colocado numa posição de responsabilidade pelo bem-estar do paciente virtual, agindo em prol da saúde deste, o que cria uma ligação emocional e uma motivação associada ao impacto humano das suas decisões.
- Por fim, *Visual Storytelling* foi igualmente considerado implementado, dado que a aplicação recorre a elementos visuais (personagens, instrumentos e ambiente clínico) que comunicam a narrativa de forma imediata e facilitam a compreensão do contexto.

Para o *Core Drive 2, Accomplishment*:

- *Status Points* são atribuídos no final da simulação, permitindo ao utilizador medir o seu desempenho em termos de pontuação.
- Os *Badges* (símbolos de conquistas) foram incluídos através do sistema de conquistas (troféus) desbloqueáveis, o que reforça a progressão e o reconhecimento dos feitos alcançados.
- O elemento *Fixed Action Reward* encontra-se implementado, já que determinadas ações corretas (por exemplo, desinfetar as mãos) são imediatamente recompensadas com pontos.
- O *Leaderboard* está presente no painel que inclui a tabela de classificação, que compara os resultados dos jogadores.
- O *Step-by-Step Overlay Tutorial* também foi considerado implementado, dado que as consultas incluem vídeos de demonstração, que apresentam os procedimentos a seguir.

Para o *Core Drive 3, Empowerment*:

- O elemento *Real-Time Control* está presente, já que o utilizador tem total autonomia sobre as suas ações durante a consulta, decidindo a ordem e o modo como realiza cada passo.
- *Dynamic Feedback* também foi incluído, pois a aplicação fornece respostas imediatas às ações, como mensagens de erro ou alterações visuais que confirmam o resultado.

Para o *Core Drive 4, Ownership*:

- Foi identificado o elemento *Protector Quest*, representado pela responsabilidade atribuída ao utilizador em zelar por pacientes virtuais.

Para o *Core Drive 5, Social Influence*:

- Considerou-se o *Conformity Anchors* como implementado porque, apesar de a aplicação não possuir interação direta entre múltiplos jogadores, o facto de o desempenho ser avaliado com base em normas pré-definidas (correto/incorrecto segundo boas práticas de enfermagem) cria uma forma indireta de conformidade social, na medida em que o jogador é avaliado em relação a um padrão coletivo de atuação profissional.

Para o *Core Drive 6, Scarcity*:

- O elemento *Dangling* encontra-se presente, já que o utilizador tem sempre visível a lista de conquistas bloqueadas, sem acesso imediato ao seu conteúdo. Isto gera curiosidade e motivação para continuar a jogar até desbloquear as recompensas.
- Adicionalmente, *Count Down Timer* está implementado através da medição do tempo total da consulta porque, apesar de não haver um limite, o jogador é incentivado a conseguir um bom tempo, já que isso influencia a sua posição na tabela de classificação.

Para o *Core Drive 7, Unpredictability*:

- Estão presentes *MiniQuests*, uma vez que o utilizador precisa de completar pequenos passos para cumprir cada fase do procedimento.

Para o *Core Drive 8, Avoidance*:

- O elemento *Progress Loss* encontra-se implementado, já que erros cometidos resultam em perda de pontos, penalizando o desempenho final.
- O *Evil Egg* também está presente, representado por eventos negativos súbitos (por exemplo, mensagens de falha ao executar uma ação incorreta).
- Por fim, o *FOMO Punch* foi considerado implementado, uma vez que a existência de conquistas desbloqueáveis cria no jogador o receio de perder oportunidades de melhorar a sua performance ou de não atingir o mesmo nível que outros utilizadores.



Figura 11 - Diagrama Octalysis da Solução a Desenvolver

Este diagrama permitiu ter uma visão global do equilíbrio motivacional da experiência, evidenciando quais os Core Drives mais explorados e aqueles que apresentam maior potencial de evolução.

Para avaliar a solução, foi atribuída uma pontuação de 0 a 10 a cada um dos oito *Core Drives*, de acordo com o número de elementos presentes no diagrama de referência e o número de elementos presentes no diagrama da solução a desenvolver, garantindo que cada Core Drive é avaliado proporcionalmente ao número de elementos aplicáveis em relação ao total possível, garantindo objetividade. A fórmula seguida foi a seguinte:

$$\text{Pontuação (0 a 10)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de elementos no diagrama da solução}}{\text{N}^\circ \text{ de elementos no diagrama de referência}} \times 10 \quad (2)$$

Seguindo esta fórmula, obtiveram-se as pontuações presentes na Tabela 4.

Tabela 4 - Pontuação para cada *Core Drive*

Core Drive	Pontuação
CD1 – <i>Epic Meaning</i>	4
CD2 – <i>Accomplishment</i>	4
CD3 – <i>Empowerment</i>	2
CD4 – <i>Ownership</i>	1
CD5 – <i>Social Influence</i>	1
CD6 – <i>Scarcity</i>	2
CD7 – <i>Unpredictability</i>	1
CD8 – <i>Avoidance</i>	3

Os valores destas pontuações foram introduzidos na ferramenta oficial Octalysis Tool, que gerou automaticamente a análise global da experiência do utilizador, atribuindo a pontuação de 52 (em 800 máximos).

De acordo com a ferramenta oficial Octalysis Tool, a experiência do utilizador é classificada com o feedback “*Proud of You and Falling Asleep*”.

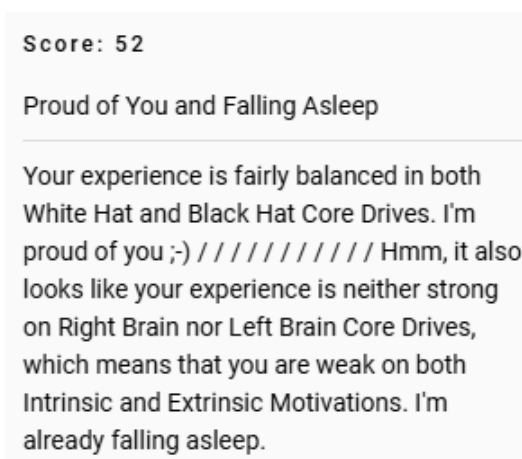


Figura 12 - Análise da experiência do utilizador, segundo a Octalysis Tool [65]

Esta classificação indica que a experiência apresentada é relativamente equilibrada entre *Core Drives White Hat* e *Black Hat*, ou seja, combina elementos de motivação positiva (*Epic Meaning, Accomplishment, Empowerment*) com elementos de pressão/urgência (*Scarcity, Unpredictability, Avoidance*).

No entanto, o relatório também evidencia que a experiência não apresenta pontuação elevada nem nos *Core Drives Left Brain* nem *Right Brain*, o que significa que a solução é fraca tanto em motivações extrínsecas e lógicas (como propriedade e progressão linear) quanto em motivações intrínsecas e criativas (como autonomia, descoberta e interação social mais complexa). Esta limitação sugere que, embora existam elementos de gamificação implementados, o seu impacto motivacional é relativamente limitado e não consegue envolver plenamente o utilizador de forma profunda e sustentada ao longo do tempo.

Deste modo, a análise demonstra que a solução desenvolvida apresenta uma base motivacional inicial, adequada para introduzir o estudante de enfermagem na simulação e reforçar comportamentos básicos. Contudo, existe margem significativa para aumentar a motivação intrínseca e a imprevisibilidade, através da adição de novos elementos de gamificação que reforcem a criatividade, a interação social e a sensação de progressão e impacto. Esta constatação serviu de base para a seleção de elementos adicionais de gamificação, apresentados no capítulo 4.3.5 – Elementos de gamificação adicionais, com o objetivo de equilibrar os *Core Drives* e tornar a experiência mais envolvente e sustentada.

3.4 Arquitetura da Solução

A arquitetura deste projeto está organizada em três camadas principais: Camada de Dados, Camada de Lógica e Camada de Apresentação, conforme se apresenta na Figura 13:

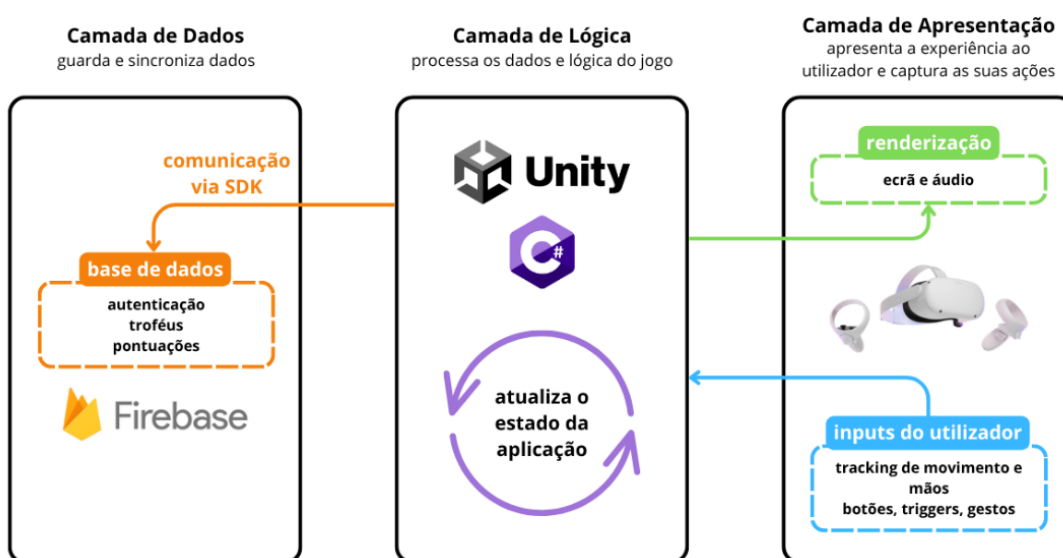


Figura 13 - Diagrama da arquitetura da solução

A Camada de Dados é responsável por guardar e sincronizar dados, como contas de utilizadores, conquistas e pontuações. Para isso, é utilizada a plataforma Firebase, que comunica com a aplicação através de SDKs, permitindo operações de leitura e escrita na base de dados de forma segura e eficiente.

A Camada de Lógica foi implementada no Unity com programação em C#[66], sendo responsável por processar os dados e a lógica do jogo. Nesta camada, são tratados os dados recebidos da base de dados e os inputs do utilizador, executando as regras e cálculos necessários para o funcionamento correto da aplicação.

A Camada de Apresentação tem como função apresentar a experiência ao utilizador e capturar as suas ações. Inclui a renderização gráfica e sonora, bem como a deteção de inputs como tracking de movimentos, botões, triggers e gestos. Esta camada garante a interação natural entre o utilizador e o sistema.

O fluxo de funcionamento ocorre de forma contínua: os inputs do utilizador são processados pela lógica do jogo, que atualiza o estado da aplicação e comunica com a base de dados, sendo o resultado apresentado em tempo real.

4 Implementação da Solução

Este capítulo descreve o processo de implementação da aplicação desenvolvida. São apresentados o ambiente de desenvolvimento utilizado, a forma como o projeto foi estruturado e organizado em termos de código, bem como as principais funcionalidades implementadas.

Adicionalmente, são discutidas as dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento e as soluções que foram adotadas para as ultrapassar, assim como as limitações da implementação.

4.1 Ambiente de Desenvolvimento

Conforme previsto no subcapítulo 2.6 - Decisões para o Desenho da Solução, a tecnologia central escolhida para a implementação foi a Realidade Virtual, recorrendo ao motor de jogo Unity, em conjunto com o *headset* Meta Quest 2.

Para a escrita do código em C#, foi utilizado o Visual Studio Code[67] como editor principal, pela sua integração com Unity. O controlo de versões do projeto foi assegurado através do GitHub[68], que permitiu manter um histórico consistente das alterações, facilitando a recuperação de versões anteriores e garantindo a organização do processo de desenvolvimento.

Para suportar o armazenamento e sincronização de dados, como contas de utilizadores, troféus e pontuações, foi utilizada a plataforma Firebase, que comunica com a aplicação através dos seus SDKs oficiais. Tal como descrito no subcapítulo 3.4 - Arquitetura da Solução, o Firebase integra-se diretamente com a camada de lógica desenvolvida em Unity e C#, permitindo operações em tempo real.

No que respeita à criação de recursos visuais, foram utilizadas diferentes ferramentas em função da natureza dos elementos. Para a produção de *assets* 2D, nomeadamente cartazes informativos ou texturas para objetos, recorreu-se à plataforma Canva[69], pela sua facilidade de utilização. Já para os *assets* 3D, recorreu-se maioritariamente a modelos gratuitos,

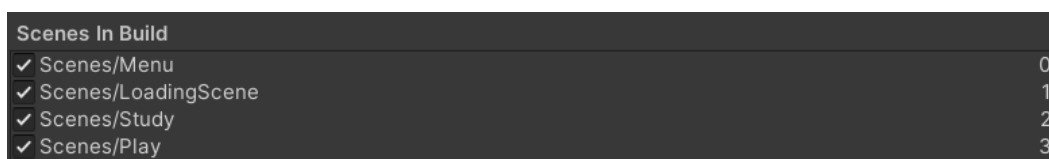
disponíveis nas plataformas Unity Asset Store[70], Sketchfab[71] e TurboSquid[72]. No caso dos modelos que não estavam disponíveis gratuitamente, recorreu-se ao Unity, reutilizando modelos semelhantes e realizando modificações nas respetivas texturas, de forma a adaptá-los ao contexto clínico pretendido. Foram ainda criados modelos a partir da combinação de formas geométricas simples (cubos, esferas, cilindros), também no Unity, sempre que não foram encontrados modelos adequados.

Esta integração de tecnologias permitiu implementar uma solução funcional, imersiva e alinhada com os objetivos definidos no desenho da solução.

4.2 Estrutura do Projeto e Organização do Código

A implementação da solução exigiu uma organização cuidada da estrutura do projeto em Unity, de forma a garantir clareza e escalabilidade. Para tal, foi feita uma separação lógica tanto das cenas como dos scripts.

Conforme exposto na Figura 14, o projeto foi estruturado em quatro cenas distintas:



Scenes In Build	
✓ Scenes/Menu	0
✓ Scenes/LoadingScene	1
✓ Scenes/Study	2
✓ Scenes/Play	3

Figura 14 - Cenas presentes no projeto

Cada uma destas cenas tem o seu próprio objetivo e funcionalidades.

A cena “Menu”, representada na Figura 15, é dedicada à autenticação e à navegação inicial. Para além de incluir as funcionalidades de Sign Up e Login – que já se encontravam na aplicação –, agora também inclui um menu principal que permite escolher entre as opções Study e Play. Nesta cena também constam os painéis de feedback pós simulação, da tabela de classificação e das conquistas. A cena “Study”, previamente desenvolvida e dedicada ao estudo de modelos anatómicos, originalmente encontrava-se integrada na mesma cena do menu, mas foi separada de modo a simplificar o fluxo de navegação e reduzir a complexidade da cena principal.

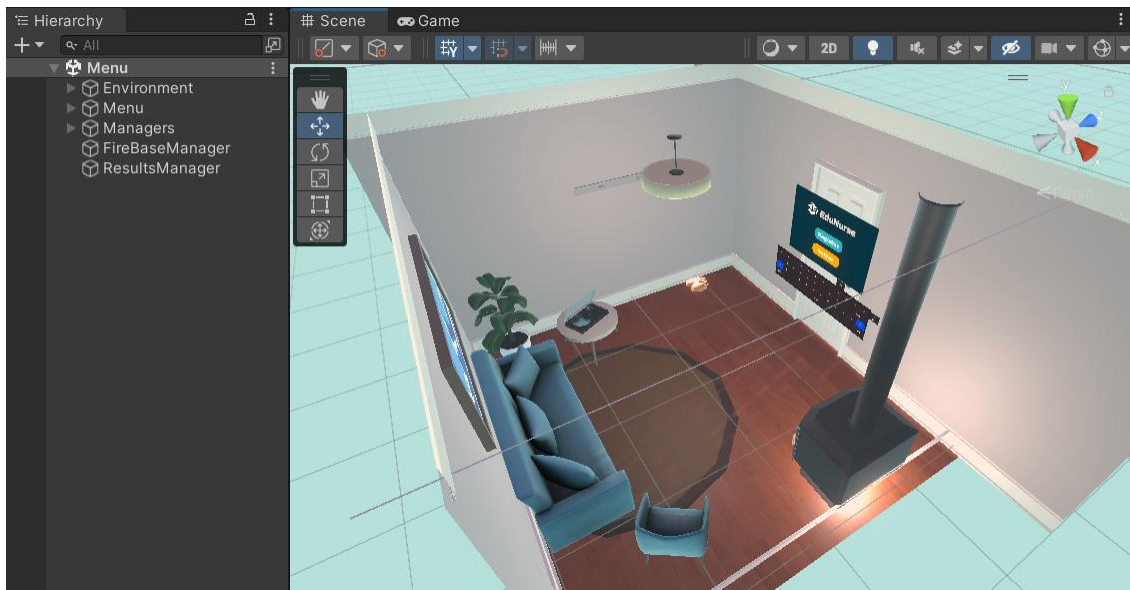


Figura 15 - Cena "Menu"

A cena intermédia "LoadingScene", representada na Figura 16, é utilizada no processo de transição entre as restantes cenas. O seu objetivo é garantir que o carregamento de recursos mais pesados ocorre de forma controlada, evitando que a aplicação apresente quebras de fluidez. Esta cena é apresentada ao utilizador enquanto a cena de destino é carregada em segundo plano, assegurando uma experiência mais estável e contínua.

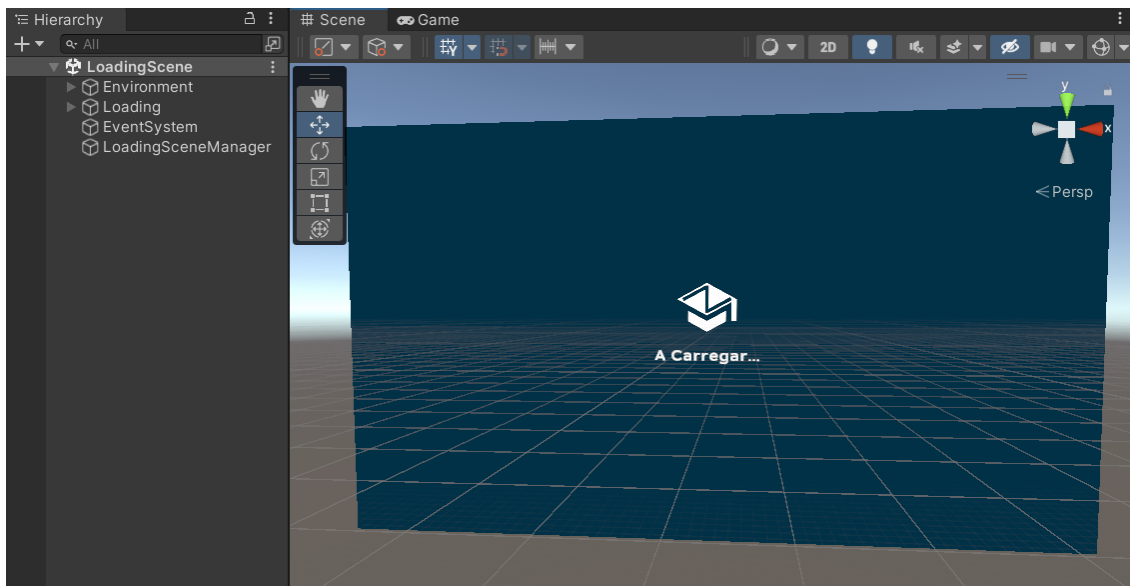


Figura 16 - Cena "LoadingScene"

A cena "Play", representada na Figura 17, é responsável pela execução do cenário com a simulação clínica.

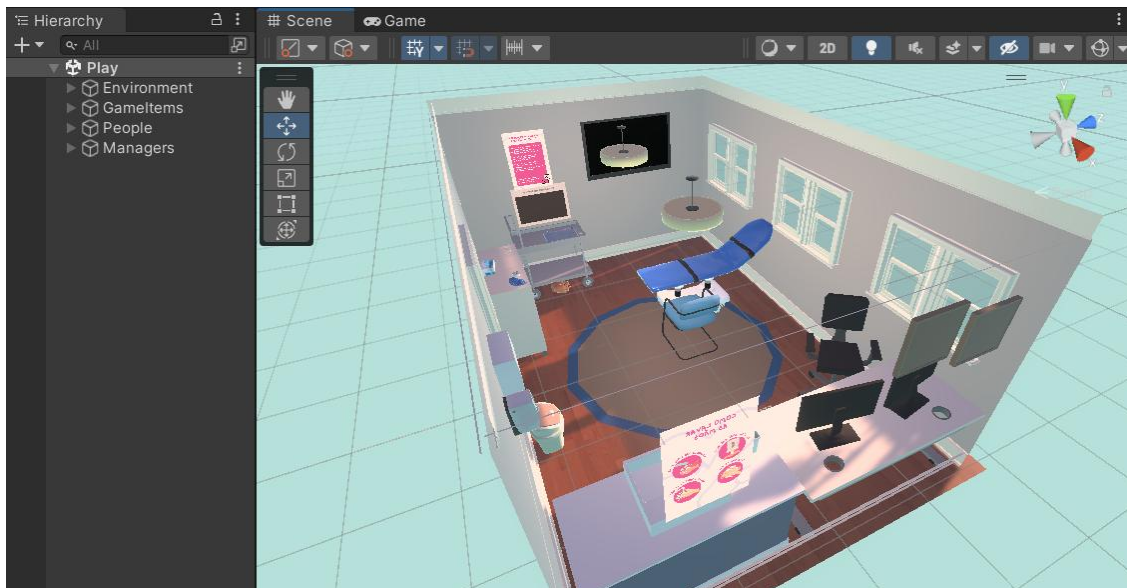


Figura 17 - Cena "Play"

Esta divisão em cenas independentes permitiu melhorar a organização do projeto, otimizar o tempo de carregamento e facilitar implementações futuras, já que cada cena passou a concentrar apenas os elementos relevantes ao seu contexto.

O código da aplicação foi desenvolvido em C# e organizado de forma modular, seguindo uma estrutura hierárquica de pastas no Unity. Para agrupar especificamente os scripts produzidos no âmbito deste projeto, foi criada a pasta DIMEI, subdividida em diferentes pastas:

1. Nurse: scripts relacionados com o comportamento e as interações de personagens do tipo enfermeiro.
2. Patient: scripts relacionados com o comportamento e interações de personagens do tipo paciente.
3. Procedure: scripts que implementam a lógica do procedimento clínico.
4. UI: scripts responsáveis pela interface de utilizador, incluindo menus, feedback, tabela de classificação e conquistas.

Esta abordagem modular possibilita a fácil extensão da aplicação, permitindo adicionar novos procedimentos clínicos ou funcionalidades futuras sem comprometer a solução desenvolvida.

4.3 Funcionalidades Implementadas

No seguimento do desenho da solução descrito no capítulo 3 - Análise e Desenho da Solução, foram implementados os três Casos de Uso definidos:

1. UC1: Jogar simulação de procedimento clínico
2. UC2: Visualizar conquistas
3. UC3: Visualizar tabela de classificação

Para além da implementação dos três Casos de Uso, foi necessário realizar um conjunto de adaptações adicionais de forma a integrar esta solução na aplicação base previamente existente. E, com base nos resultados obtidos através da análise Octalysis, subcapítulo 3.3 - Análise do Desenho da Solução, foram ainda introduzidos alguns elementos adicionais de gamificação, de forma a equilibrar a experiência do utilizador.

A implementação de todas as funcionalidades será descrita com maior detalhe nos subcapítulos que se seguem.

4.3.1 UC1: Jogar simulação de procedimento clínico

O Caso de Uso “Jogar simulação de procedimento clínico” constitui a principal funcionalidade da aplicação. O objetivo desta funcionalidade é permitir ao utilizador desempenhar o papel de um profissional de enfermagem, chamar pacientes para consultas e realizar procedimentos clínico num ambiente virtual, de acordo com as boas práticas.

Esta funcionalidade foi implementada na cena Play, onde foram adicionados todos os elementos necessários ao cenário clínico: objetos interativos e personagens virtuais – um enfermeiro, instanciado ao entrar na cena, e pacientes, instanciados ao serem chamados para consulta.

Durante uma consulta, o utilizador deve percorrer três fases distintas:

- Preparação: higienização das mãos e recolha dos materiais necessários.
- Execução do procedimento: realização do procedimento necessário para a consulta, como a remoção de pontos de sutura.
- Finalização: encaminhamento correto dos materiais utilizados e término da consulta.

No estado atual do projeto, apenas existe um paciente implementado, cujo motivo de consulta é a remoção de pontos de sutura no antebraço esquerdo. Assim, a explicação da implementação incide exclusivamente sobre este caso clínico, embora a forma como a aplicação foi desenvolvida permita a expansão para outros tipos de procedimentos.

Para garantir a modularidade e a reutilização dos elementos principais do cenário clínico, o enfermeiro, o paciente e os procedimentos foram concebidos a partir de *ScriptableObjects*.

No caso do enfermeiro, foi criada a classe *NurseData* (Código 1), responsável por armazenar atributos como o nome do enfermeiro e o prefab correspondente.

```

using UnityEngine;

[CreateAssetMenu(fileName = "NewNurse", menuName = "Nurse")]
public class NurseData : ScriptableObject
{
    public string nurseName; // Nome do enfermeiro
    public GameObject nursePrefab; // Prefab do enfermeiro
}

```

Código 1 - Classe *NurseData*

Utilizando esse *ScriptableObject*, criou-se um enfermeiro, conforme representado na Figura 18.

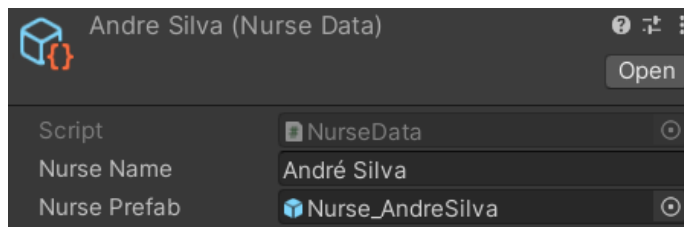


Figura 18 - Enfermeiro criado

Esta implementação permite, no futuro, criar diferentes enfermeiros para auxiliarem com diferentes procedimentos.

De forma análoga, o paciente foi definido através da classe *PatientData* (Código 2), também baseada em *ScriptableObjects*. Esta classe contém informações gerais do paciente: nome, motivo da consulta e *ProcedureData* correspondente, primeira mensagem que diz ao ser chamado e prefab do paciente (um com a posição do paciente antes do procedimento e outro com a sua posição durante o procedimento). A classe também contém referências à ficha do paciente e ao botão utilizado para chamá-lo para consulta.

```

using UnityEngine;

[CreateAssetMenu(fileName = "NewPatient", menuName = "Patient")]
public class PatientData : ScriptableObject
{
    [Header("Informações do Paciente")]
    public string consultaMotivo;
    public string patientName;

    [Header("Mensagens")]
    [TextArea] public string patientMessage; //primeira mensagem do paciente
    [TextArea] public string nurseMessage; //mensagem do enfermeiro ao chamar este paciente

    [Header("UI & Computador")]
    public GameObject fichaPrefab; //ficha do paciente no computador
    public GameObject callPrefab; //botão para chamar o paciente no computador

    [Header("Paciente na Cena")]
    public GameObject patientPrefab; //paciente antes do procedimento
    public GameObject patientProcedurePrefab; //paciente durante o procedimento

    [Header("Procedimento")]
    public ProcedureData procedimento;
}

```

Código 2 - Classe *PatientData*

Utilizando esse *ScriptableObject*, criou-se um paciente, conforme representado na Figura 19.

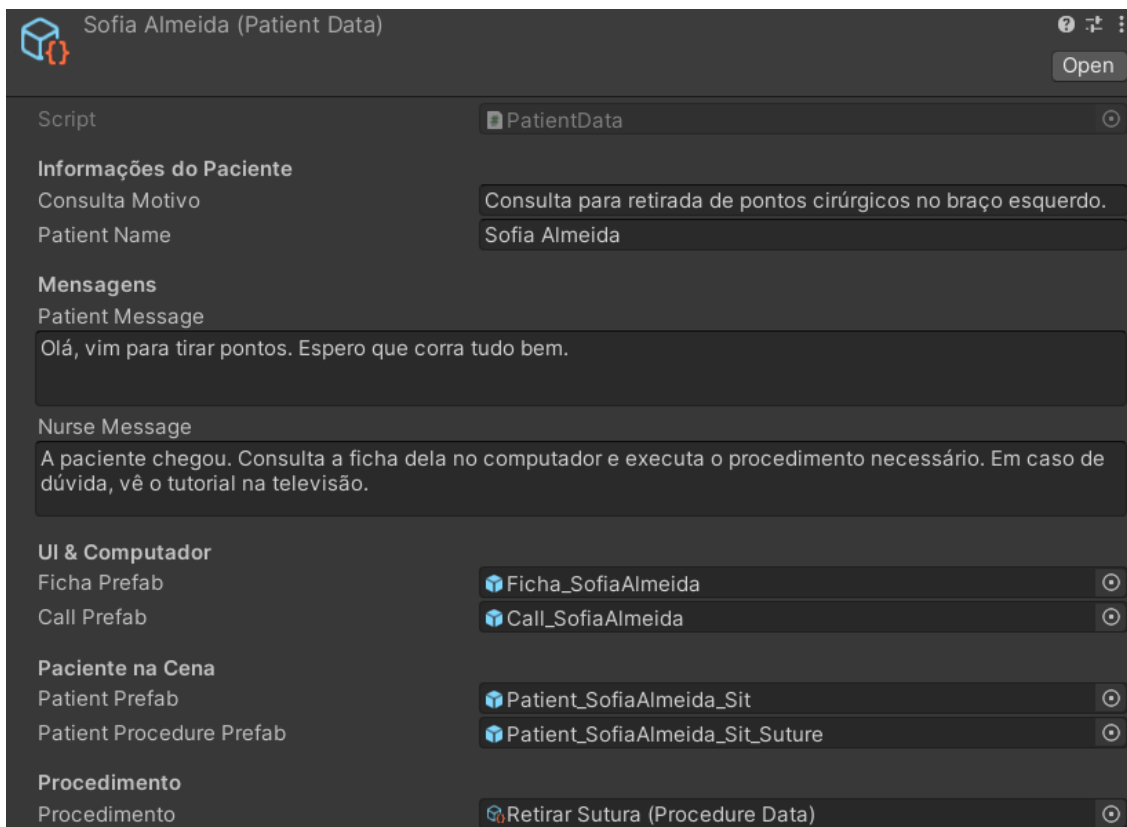


Figura 19 - Paciente criado

Esta implementação permite a expansão da aplicação, com a adição de novos pacientes, com motivos para consulta diferentes.

Para representar cada procedimento clínico foi criada a classe *ProcedureData* (Código 3), também baseada em *ScriptableObjects*. Esta classe armazena as informações necessárias à execução da consulta, como o nome do procedimento, os materiais que o utilizador deve seleccionar durante a fase de preparação e um vídeo de demonstração. Esta estrutura permite separar a lógica do procedimento da lógica da cena, facilitando a adição de novos cenários clínicos sem necessidade de alterar o código principal da aplicação.

```
using UnityEngine;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine.Video;

[CreateAssetMenu(fileName = "NewProcedure", menuName = "Procedure")]
public class ProcedureData : ScriptableObject
{
    public string procedureName;
    public List<string> requiredInstrumentIDs; //materiais necessários

    [Header("Video")]
    public VideoClip procedureVideo; //tutorial
}
```

Código 3 - Classe *ProcedureData*

Utilizando esse *ScriptableObject*, criou-se um procedimento, conforme representado na Figura 20.

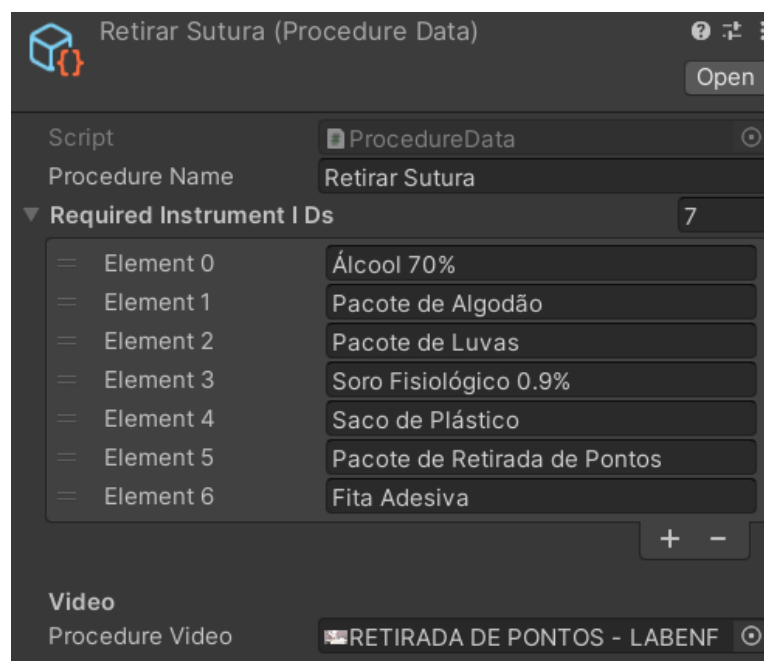


Figura 20 - Procedimento criado

Esta implementação permite adicionar à aplicação diferentes procedimentos, fazer uso de diferentes materiais e mostrar diferentes vídeos de demonstração ao jogador.

Durante toda a consulta, as interações do utilizador são monitorizadas por scripts que as validam. Para cada ação correta é atribuída uma pontuação positiva, enquanto ações incorretas resultam em penalizações. A adição e subtração de pontos é feita chamando o método *AddPoints()* da classe *ConsultationTracker*, conforme representado no Código 4.

```
public void AddPoints(int points)
{
    currentPoints += points;
    UpdatePointsText();
}
```

Código 4 - Método *AddPoints()* da classe *ConsultationTracker*

Simultaneamente, é registado o tempo de execução, que constitui um critério adicional para a ordenação da tabela de classificação.

Para além disso, mensagens de feedback surgem quando o utilizador executa uma ação corretamente ou incorretamente, reforçando o carácter pedagógico da aplicação. A adição de mensagens ao painel de feedback é feita utilizando o método *AddFeedback()* da class *FeedbackLog*, conforme representado no Código 5.

```
public void AddFeedback(string message)
{
    feedbackText.text += message + "\n";
    StartCoroutine(ScrollToBottom());
}
```

Código 5 - Método *AddFeedback()* da classe *FeedbackLog*

A implementação de cada fase desta funcionalidade será exposta em seguida.

4.3.1.1 Preparação

O início da consulta corresponde à fase de preparação, em que os principais elementos do cenário clínico são instanciados.

O enfermeiro é instanciado automaticamente no arranque da cena, através do script *NurseManager*, que lê os dados definidos no *NurseData* e cria o *prefab* correspondente na posição reservada no cenário. Ao instanciar o enfermeiro por script, em vez de o colocar na cena manualmente, torna-se possível adicionar condições futuramente, por exemplo, para os utilizadores poderem optar por não receber instruções de um enfermeiro e desativar essa funcionalidade. Este processo também garante que, se forem adicionados diferentes enfermeiros para diferentes procedimentos, a cena adapta-se dinamicamente sem necessidade de fazer alterações manuais.

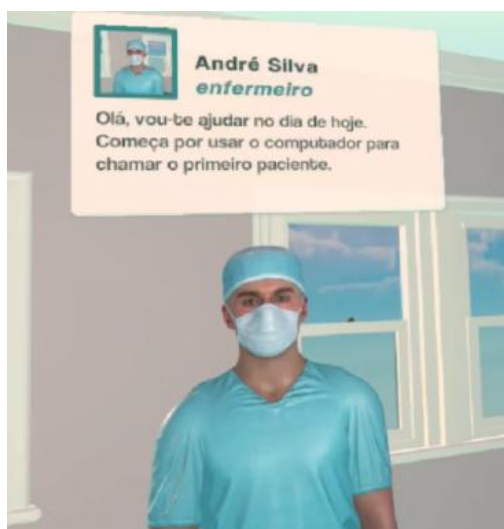


Figura 21 - Enfermeiro instanciado na cena

O paciente é selecionado pelo utilizador através do computador virtual, onde é exibida uma lista de pacientes gerada aleatoriamente. Uma vez que, no estado atual do projeto, existe apenas um paciente disponível, cujo motivo de consulta é a remoção de pontos de sutura no antebraço esquerdo, apenas esse aparece na lista da Figura 22.



Figura 22 - Lista de pacientes à espera da consulta

Quando o utilizador seleciona um paciente, o *PatientManager* instancia o *prefab* correspondente na posição da cadeira de atendimento (Figura 23), atualiza as informações no computador e inicia a contagem de pontos e tempo (Figura 24). A mensagem do enfermeiro após a chegada do paciente também é atualizada (Figura 25), de acordo com o que foi definido no *PatientData*.

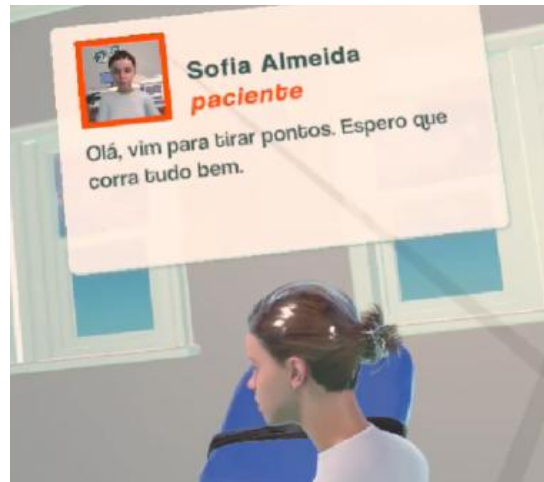


Figura 23 - Paciente instanciado na cena

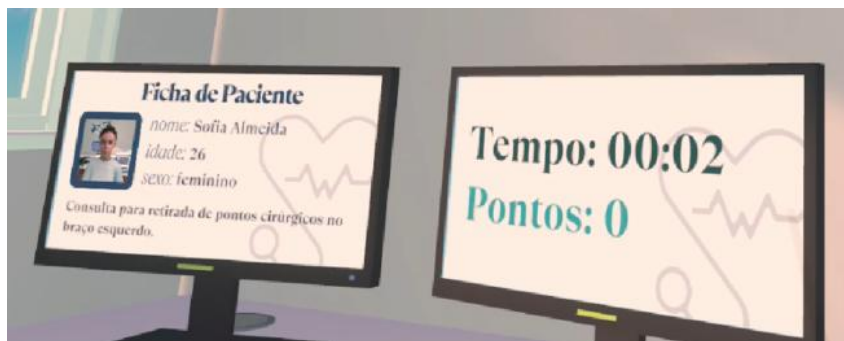


Figura 24 - Computadores atualizados com as informações do paciente e a contagem de pontos e tempo



Figura 25 - Mensagem do enfermeiro atualizado após chegada do paciente

Após a entrada do paciente, o utilizador pode, opcionalmente, assistir ao vídeo de demonstração [73] exibido na televisão do cenário (Figura 26). Este tutorial é definido no *ProcedureData* e tem como objetivo relembrar as etapas do procedimento.

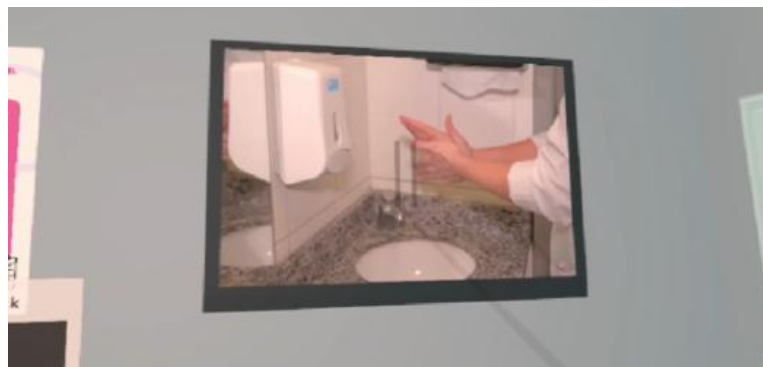


Figura 26 - Vídeo de demonstração para o procedimento de retirada de pontos de sutura

Ainda nesta fase, o utilizador deve preparar o procedimento: higienizar as mãos e selecionar os materiais necessários.

Para auxiliar o utilizador no processo de higienização das mãos, para além do vídeo de demonstração, criou-se o cartaz da Figura 27:



Figura 27 - Cartaz para auxílio da lavagem das mãos

O processo de higienização das mãos inclui 4 passos verificados pelo script *HandWashingTracker*: interação com o dispensador de sabão (Figura 28), lavagem das mãos (Figura 29), secagem com toalha de papel (Figura 30), descarte da toalha (Figura 31).

Para interagir com o dispensador de sabão (Figura 28), o utilizador deve colocar a mão em baixo do dispensador. Assim que o faz, um *prefab* de sabão é instanciado na palma da mão. Se o

utilizador usar o sabão corretamente, no feedback aparece a mensagem “Usaste sabão corretamente.” e são adicionados 5 pontos.



Figura 28 - Interação com o dispensador de sabão

Durante a lavagem das mãos (Figura 29), o utilizador deve esfregar as mãos, debaixo da torneira, durante 20 segundos. Durante a lavagem das mãos formam-se bolhas, mas assim que os 20 segundos acabarem as bolhas deixam de ser instanciadas. Se o utilizador lavar as mãos sem utilizar sabão, o painel de feedback mostra “Lavaste as mãos sem usar sabão!” e são subtraídos 5 pontos. Se a lavagem for feita corretamente com sabão, surge a mensagem “Mãos lavadas corretamente.” e são adicionados 5 pontos.



Figura 29 - Lavagem das mãos, com contador de 20 segundos

Para secar as mãos, o utilizador deve tirar uma toalha de papel do dispensador de papel (Figura 30). Assim que as mãos colidem com a toalha de papel, o formato da toalha passa para o da Figura 31. Ao secar as mãos com a toalha de papel, se o utilizador secar sem lavar as mãos previamente, aparece no feedback “Secaste as mãos sem as lavar!” e são subtraídos 5 pontos.

Se secar corretamente após lavar as mãos, surge a mensagem “Mãos secas corretamente.” e são adicionados 5 pontos.

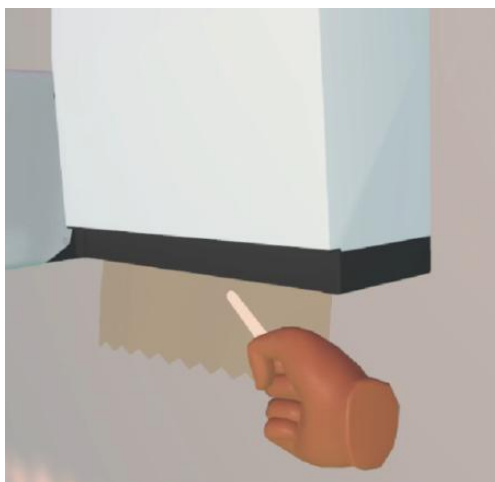


Figura 30 - Interação com o dispensador de papel

Para descartar a toalha usada no caixote de lixo, basta largá-la sobre o caixote (Figura 31). Se descartar sem secar as mãos, o feedback indica “Descartaste a toalha sem secar as mãos!” e são subtraídos 5 pontos. Se descartar corretamente após secar, surge a mensagem “Toalha descartada corretamente.” e são adicionados 5 pontos.



Figura 31 - Interação com o caixote do lixo para descarte da toalha de papel usada

Se o utilizador completar todos os passos corretamente, surge o feedback final “Completaste corretamente toda a lavagem das mãos!” e são atribuídos 20 pontos adicionais (Figura 32).

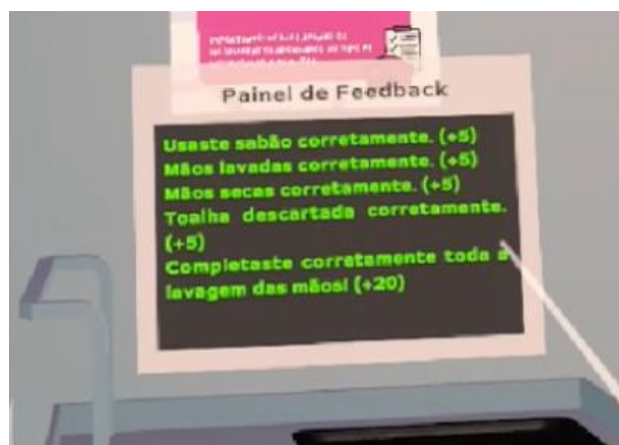


Figura 32 - Painel de feedback após higienização correta das mãos

Para selecionar os materiais necessários à preparação do procedimento, o utilizador deve arrastar os materiais – inicialmente dispostos em estantes (Figura 33) – para uma bandeja interativa.



Figura 33 - Materiais dispostos em estantes

Para auxiliar na seleção dos materiais, para além do uso do vídeo de demonstração, criou-se o cartaz da Figura 34.

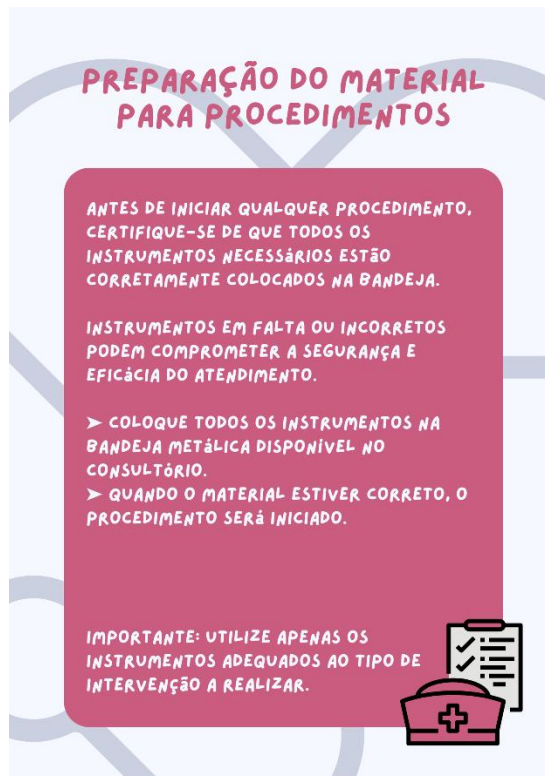


Figura 34 - Cartaz para auxílio da seleção de materiais

Cada material tem a componente *Instrument*, no qual é definido o seu ID, conforme o Código 6.

```
using UnityEngine;

public class Instrument : MonoBehaviour
{
    [Tooltip("Unique name or ID of the instrument")]
    public string instrumentID;
}
```

Código 6 - Classe *Instrument*

Na componente *ProcedureData* (Figura 20) são definidos quais os instrumentos necessários para o procedimento em curso.

Para cada instrumento adicionado corretamente à bandeja, a mensagem “Instrumento correto adicionado”, seguida do nome do instrumento, é adicionada ao ecrã de feedback e são adicionados 2 pontos à pontuação do jogador. Para cada instrumento adicionado incorretamente, a mensagem “Instrumento incorreto”, seguida do nome do instrumento, é adicionada ao ecrã de feedback e são subtraídos 2 pontos. A lógica utilizada para verificação encontra-se no Código 7.

```

private void OnTriggerEnter(Collider other)
{
    if (other.TryGetComponent(out Instrument instrument))
    {
        string id = instrument.instrumentID;
        if (!instrumentsInTray.Contains(other.gameObject))
        {
            instrumentsInTray.Add(other.gameObject);
            if (trayStatusText != null && !trayStatusText.gameObject.activeSelf)
trayStatusText.gameObject.SetActive(true);
            if (currentProcedure.requiredInstrumentIDs.Contains(id))
            {
                if (!validatedInstruments.Contains(id))
                {
                    validatedInstruments.Add(id);
                    tracker?.AddPoints(2);
                    feedbackLog?.AddFeedback($"<color=green>Instrumento correto
adicionado: {id} (+2)</color>");
                }
            }
            else
            {
                if (!penalizedInstruments.Contains(id))
                {
                    penalizedInstruments.Add(id);
                    tracker?.AddPoints(-2);
                    feedbackLog?.AddFeedback($"<color=red>Instrumento incorreto: {id}
(-2)</color>");
                }
            }
        }
    }
}

```

Código 7 - Método *OnTriggerEnter()* da classe *TrayDetector*

Assim que todos os instrumentos forem reunidos corretamente, a mensagem “Todos os instrumentos corretos reunidos!” aparece no ecrã de feedback e são adicionados 10 pontos.

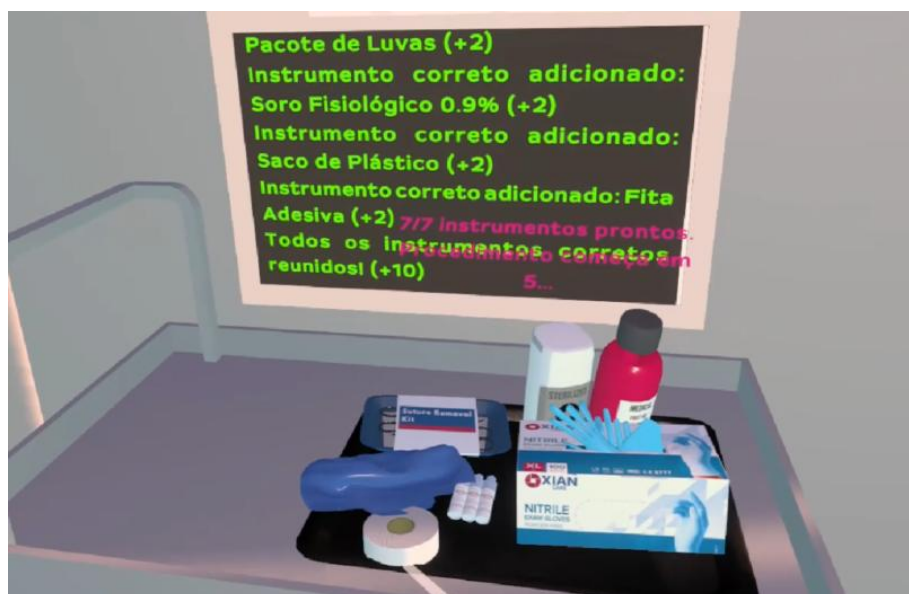


Figura 35 - Painel de feedback após seleção correta dos materiais

Após a seleção correta de todos os instrumentos, é iniciada uma contagem decrescente de 5 segundos para o início do procedimento. Para iniciar o procedimento é utilizado o método *StartProcedureSequence()* da classe *TrayDetector*, conforme o Código 8. Assim que o procedimento é iniciado, é adicionada a mensagem "Procedimento iniciado!" ao painel do feedback (Figura 36).

```

private void StartProcedureSequence()
{
    ProcedureManager.StartProcedure();
    Destroy(trayStatusText);
    if (patientManager.currentPatient != null) Destroy(patientManager.currentPatient);
    patientManager.currentPatient = Instantiate(
        patientData.patientProcedurePrefab,
        patientParent
    );
    patientManager.patientChatBox =
patientManager.currentPatient.transform.Find("ChatUI/ChatPanel/ChatBox")?.GetComponent<TMP_
Text>();
    patientManager.UpdatePatientChatBox("Vejo que está tudo pronto, vamos lá tirar
estes pontos.");
    patientManager.UpdateNurseDialogue("Muito bem, reuniste os materiais corretos. Está
na hora de começares o procedimento.");
    foreach (var obj in instrumentsInTray)
    {
        obj.transform.SetParent(this.transform);
    }
    if (trolleyObject != null)
    {
        trolleyObject.transform.localPosition = trolleyTargetPosition;
        trolleyObject.transform.rotation = Quaternion.Euler(0, trolleyRotationY, 0);
    }
}
}

```

Código 8 - Método *StartProcedureSequence()* da classe *TrayDetector*

As principais alterações necessárias para a execução do procedimento são a alteração da posição da mesa auxiliar (Figura 36) para mais próximo do paciente e a alteração do *prefab* do paciente, colocado agora na posição necessária para o procedimento (neste caso, com o braço estendido para retirada dos pontos de sutura).

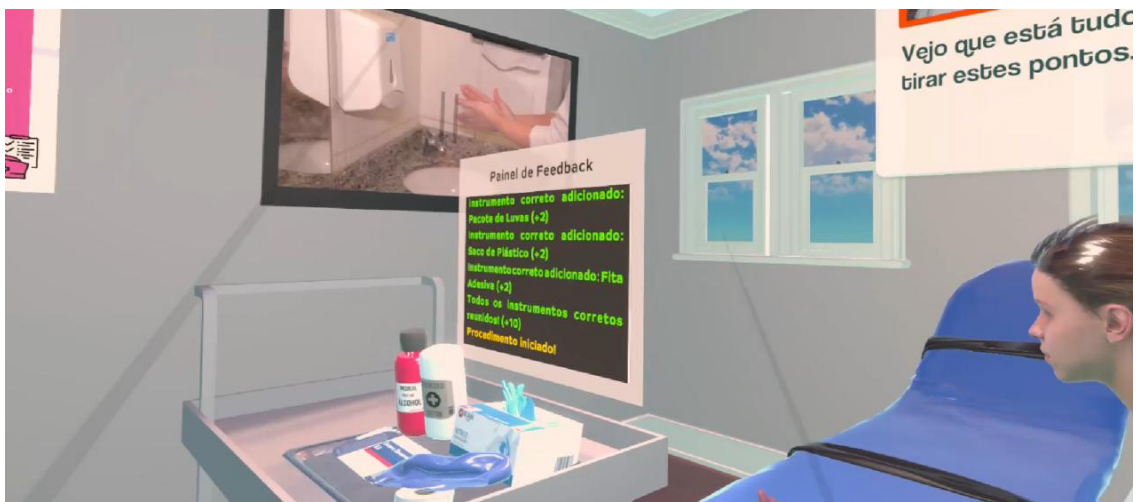


Figura 36 - Nova posição da mesa auxiliar para execução do procedimento

O *chat* do paciente é atualizado para comentar o início do procedimento, com a mensagem “Vejo que está tudo pronto, vamos lá tirar estes pontos.” (Figura 37).

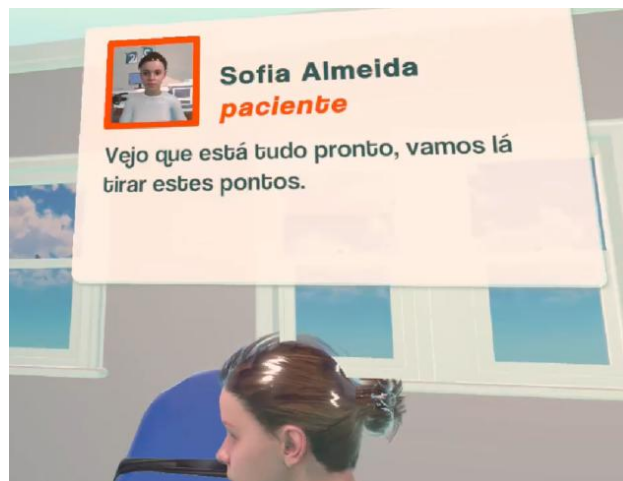


Figura 37 - Nova mensagem do paciente depois da preparação do procedimento

Simultaneamente, a mensagem do enfermeiro também é atualizada, indicando “Muito bem, reuniste os materiais corretos. Está na hora de começares o procedimento.” (Figura 38).



Figura 38 - Nova mensagem do enfermeiro depois da preparação do procedimento

Esta abordagem assegura que a transição da fase de preparação para a execução do procedimento é visualmente clara.

4.3.1.2 Execução do Procedimento

O procedimento implementado neste caso é a retirada de pontos de sutura do antebraço esquerdo do paciente.

Para iniciar, o utilizador deve fixar o saco plástico na mesa, onde mais tarde poderá descartar materiais. Para tal, precisa de abrir o saco plástico e, depois, de fazer a fita adesiva interagir com o saco plástico, o que deixará o saco na posição ilustrada na Figura 39.

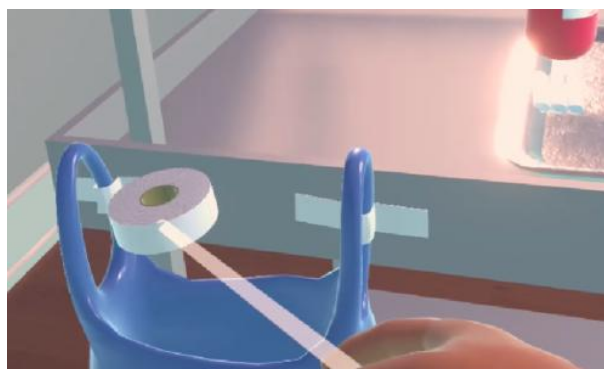


Figura 39 - Saco plástico fixado na mesa de apoio

Caso o faça sem antes higienizar as mãos, perde 3 pontos e recebe a mensagem “Fixaste o saco sem higienizar primeiro as mãos!”. Quando realizado corretamente, ganha 5 pontos e recebe o feedback “Saco aberto e fixado corretamente.”.

Em seguida, deve desinfetar as mãos, interagindo com o álcool (Figura 40), o que desencadeia um efeito visual para que o jogador tenha feedback visual do uso do álcool.



Figura 40 - Desinfecção das mãos com álcool

Esta ação concede 5 pontos, acompanhada da mensagem positiva “Usaste álcool pela primeira vez.”. O paciente também reage com uma mensagem de confiança, como é possível observar na Figura 41.

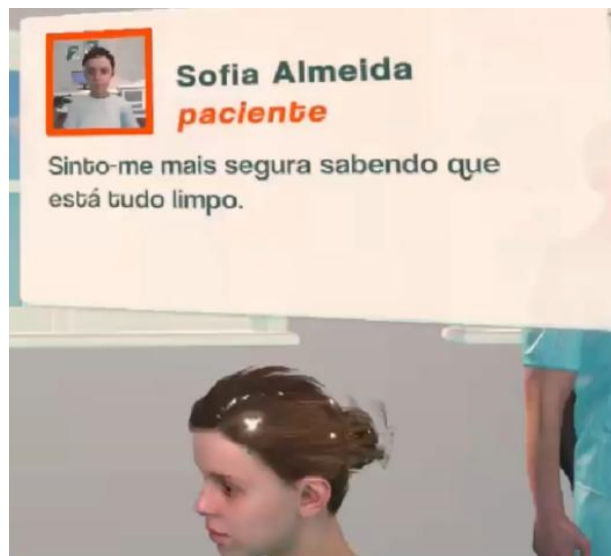


Figura 41 - Mensagem do paciente, atualizada depois de desinfetar as mãos

Depois de desinfetar as mãos, o jogador deve calçar as luvas estéreis, garantindo a segurança do paciente e do próprio utilizador. Esta interação ocorre ao aproximar as mãos da caixa de luvas (Figura 42 e Figura 43), o que substitui o material das mãos por um de cor azulada.



Figura 42 - Mãos do jogador antes de calçar as luvas



Figura 43 - Mãos do jogador depois de calçar as luvas

Se tentar fazê-lo antes da higienização, perde 3 pontos e recebe a mensagem “Calçaste as luvas sem higienizar as mãos!”. Quando executado corretamente, são atribuídos 5 pontos e o feedback “Luvas calçadas corretamente.”. O paciente reage ao gesto, com uma mensagem atualizada (Figura 44) que reforça a importância da utilização de luvas na prática clínica.

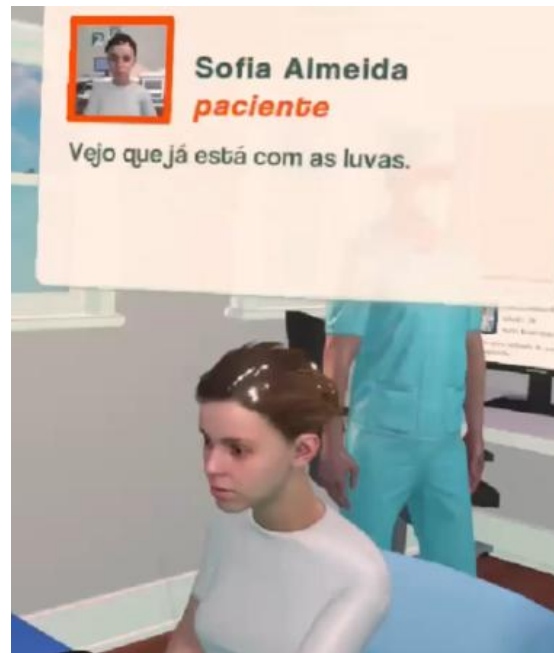


Figura 44 - Mensagem do paciente, atualizada depois de calçar as luvas

Se o utilizador completar corretamente estes três passos (álcool, saco plástico e luvas), recebe ainda um bônus de 20 pontos, acompanhado da mensagem “Completaste corretamente a preparação para o procedimento!”.

O passo seguinte consiste em abrir o pacote de retirada de pontos, conforme ilustrado na Figura 45.

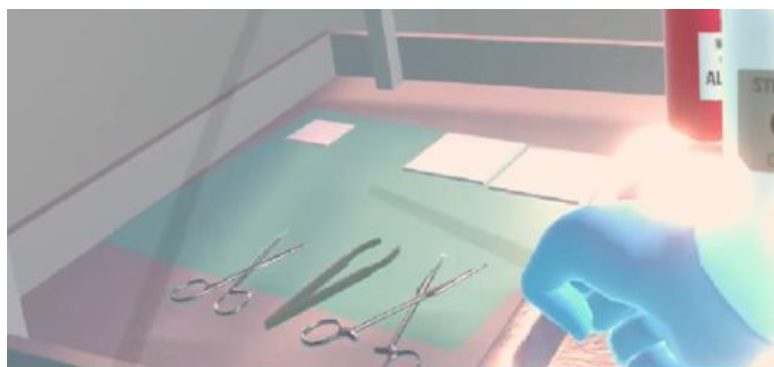


Figura 45 - Pacote de retirada de pontos aberto

Com o pacote de retirada de pontos aberto, o jogador deve retirar o penso do paciente utilizando a pinça. Enquanto agarra a pinça, o utilizador pode clicar no botão de seleccionar para fechá-la, usando-a para agarrar outros objetos (Figura 46).

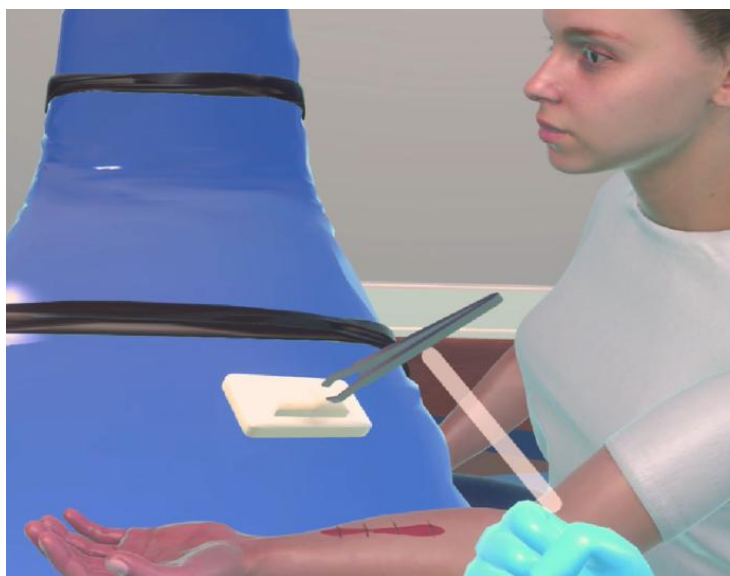


Figura 46 - Penso de curativo retirado

Em seguida, o utilizador deve humedecer um algodão em álcool e usá-lo para abrir o flaconete de soro fisiológico. Tal como acontece ao desinfetar as mãos, esta ação desencadeia um efeito visual para que o jogador tenha feedback visual do uso do álcool (Figura 47). Com o algodão humedecido e aproximando-o da tampa do flaconete, o soro é aberto (Figura 48 e Figura 49).



Figura 47 - Algodão humedecido com álcool



Figura 48 - Flaconete de soro fisiológico antes de retirar a tampa



Figura 49 - Flaconete de soro fisiológico depois de retirar a tampa

Novamente, o jogador deve usar a pinça, agora para pegar numa gaze e adicionar-lhe soro fisiológico (Figura 50). Com a gaze humedecida com soro, pode limpar a ferida do paciente de forma asséptica (Figura 51).



Figura 50 - Gaze humedecida com soro fisiológico



Figura 51 - Ferida limpa de forma asséptica

A limpeza da ferida com gaze embebida em soro fisiológico garante 5 pontos e apresenta a mensagem “Ferida limpa.”. O paciente reage através de uma nova mensagem (Figura 52), simulando a interação comunicativa que ocorre num contexto clínico real.

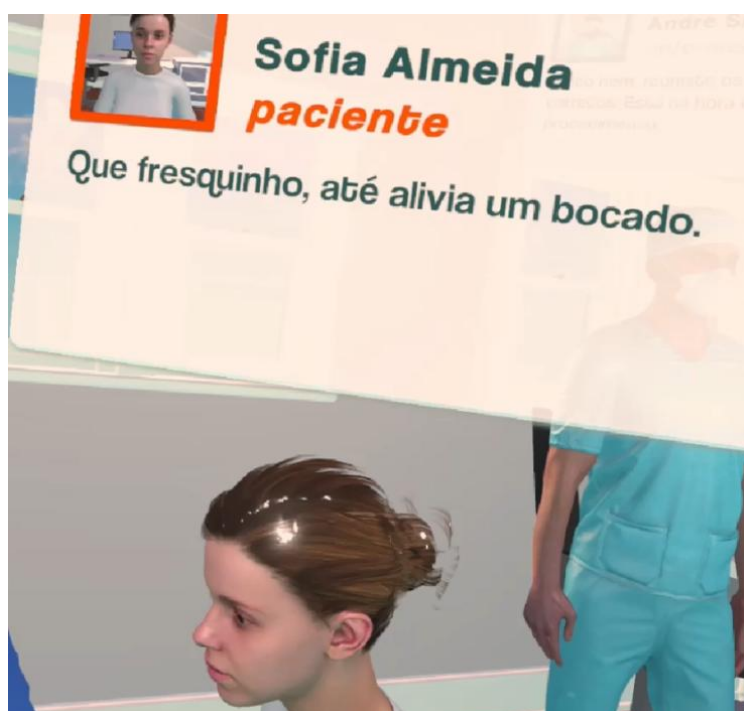


Figura 52 - Mensagem do paciente após limpeza da ferida

Antes de proceder à retirada de pontos, o jogador deve colocar uma gaze sobre o pulso do paciente (Figura 53), onde serão colocados os pontos retirados, para serem descartados mais tarde.

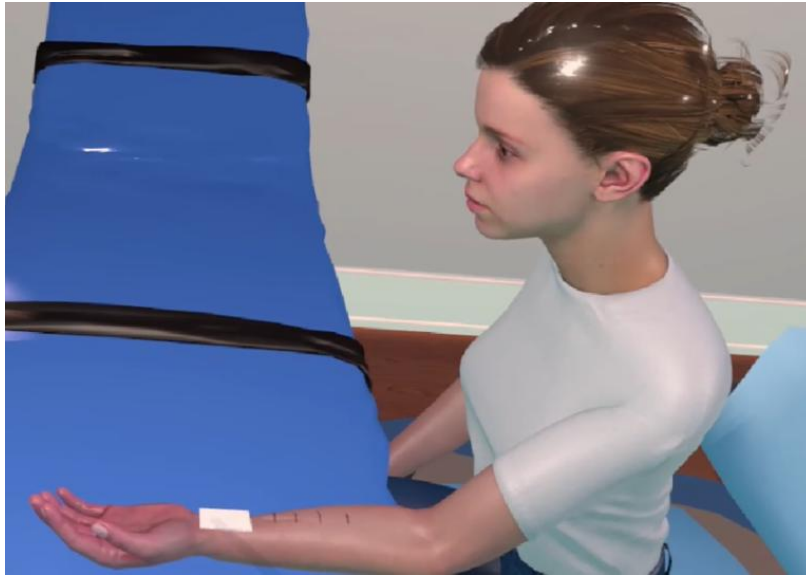


Figura 53 - Gaze colocada no pulso do paciente

A retirada dos pontos é feita utilizando a pinça hemostática e a tesoura, seguindo o método de retirada de pontos intermitentes ilustrado na Figura 54.

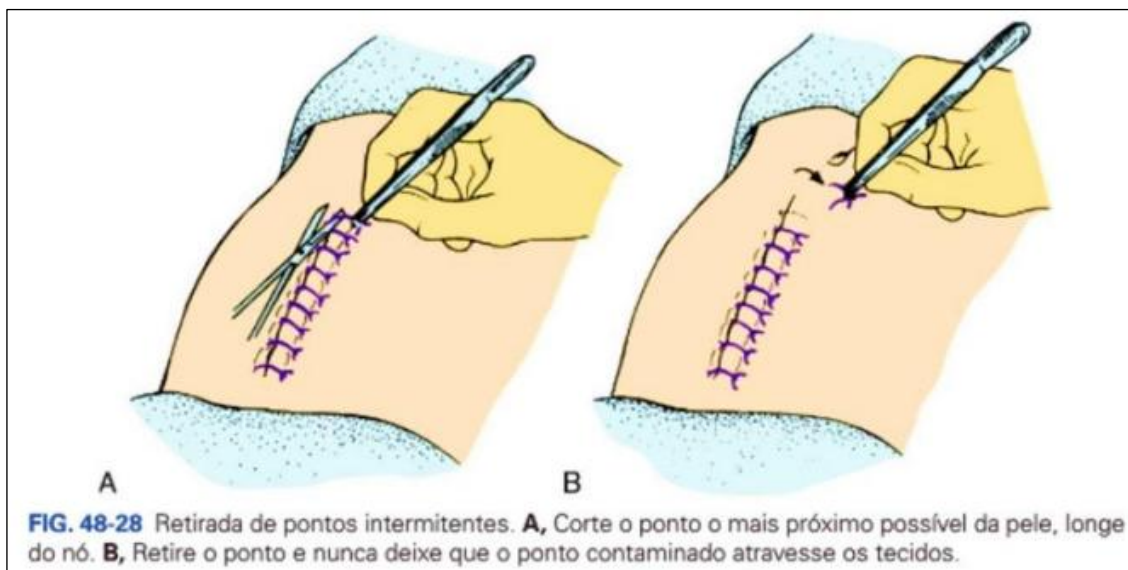


Figura 54 - Método de retirada de pontos intermitentes [74]

O utilizador deve aplicar a sequência sobre cada ponto – que, ao ser retirado, surge sobre a gaze que se encontra no pulso do paciente (Figura 55).



Figura 55 - Processo de retirada de pontos intermitentes

Cada ponto de sutura removido corretamente confere 5 pontos e o feedback “Retiraste um ponto de sutura com sucesso!”. A cada ponto retirado, o paciente apresenta uma mensagem distinta, simulando o desconforto ou alívio associado ao procedimento (Figura 56 a Figura 59).

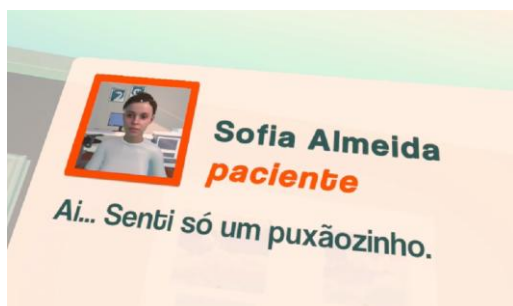


Figura 56 - Mensagem do paciente após retirada do primeiro ponto de sutura

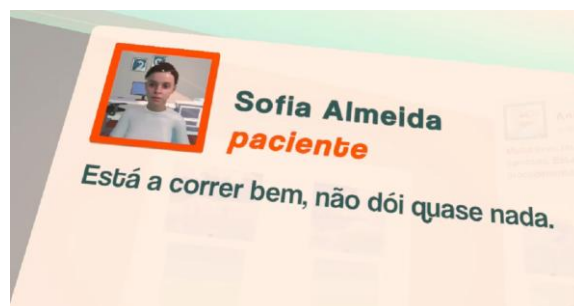


Figura 57 - Mensagem do paciente após retirada do segundo ponto de sutura



Figura 58 - Mensagem do paciente após retirada do terceiro ponto de sutura



Figura 59 - Mensagem do paciente após retirada do quarto, e último, ponto de sutura

Após a retirada dos quatro pontos, a ferida é novamente limpa com uma gaze embebida em álcool (Figura 60), utilizando o mesmo processo previamente descrito.

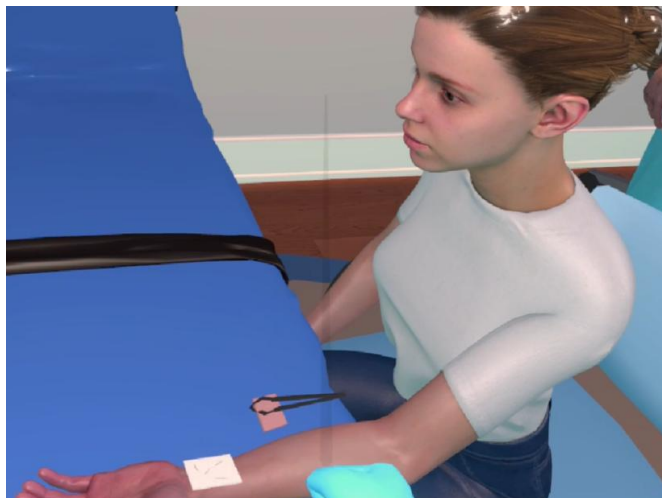


Figura 60 - Ferida limpa, pela segunda vez, de forma asséptica

Novamente, ao completar este passo corretamente, são concedidos mais 5 pontos e a mensagem “Ferida limpa.”.

Por fim, ao completar todo o procedimento de forma correta, o utilizador recebe um bônus de 20 pontos e o feedback “Procedimento terminado!”. O enfermeiro apresenta uma mensagem de conclusão, confirmando a execução correta de todas as etapas do procedimento (Figura 61).

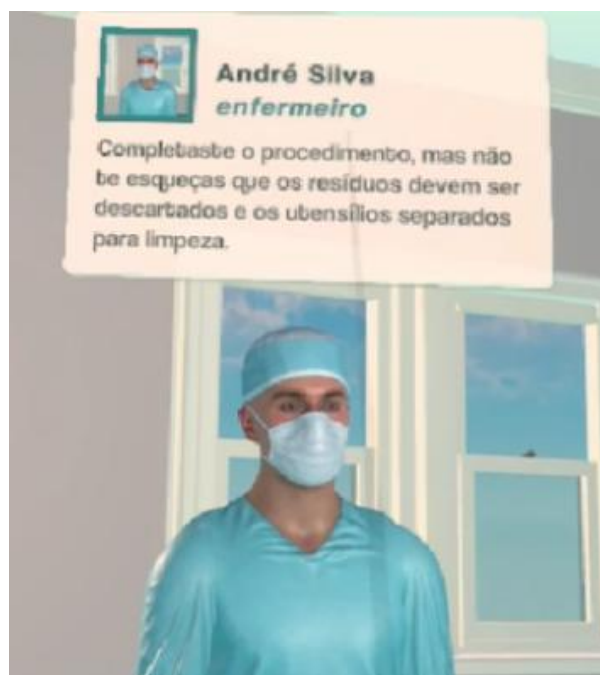


Figura 61 - Mensagem do enfermeiro após conclusão do procedimento

4.3.1.3 Finalização

Após concluir a execução do procedimento, inicia-se a fase de finalização.

O utilizador deve começar por retirar as luvas. Isto é feito ao aproximar uma mão da outra. Quando esta ação é realizada após o término do procedimento, recebe 5 pontos e a mensagem “Luvas removidas após conclusão do procedimento.”.

Depois, deve descartar os materiais utilizados (Figura 62). O penso, flaconete de soro fisiológico, gazes e algodões podem ser descartados durante a execução do procedimento, enquanto a toalha de papel utilizada como área estéril deve ser descartada após a conclusão.



Figura 62 - Descarte de um dos resíduos, no saco plástico

Pinças e tesoura são colocadas num recipiente específico junto ao lavatório (Figura 63), destinado à lavagem dos instrumentos reutilizáveis.

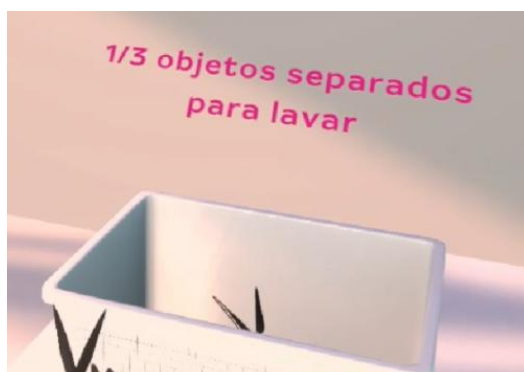


Figura 63 - Separação dos instrumentos reutilizáveis para lavagem

O sistema valida esta fase quando todos os descartáveis são corretamente eliminados e todos os instrumentos reutilizáveis são depositados no recipiente de lavagem. Nesse momento, são atribuídos 20 pontos e surge a mensagem “Todos os materiais foram descartados ou separados para limpeza!”.

Ao concluir a fase de finalização, tanto o enfermeiro como o paciente apresentam novas mensagens no chat (Figura 64 e Figura 65), reforçando a importância do correto destino dos materiais e simulando o encerramento comunicativo habitual de uma consulta real.



Figura 64 - Mensagem do enfermeiro ao terminar a fase de finalização

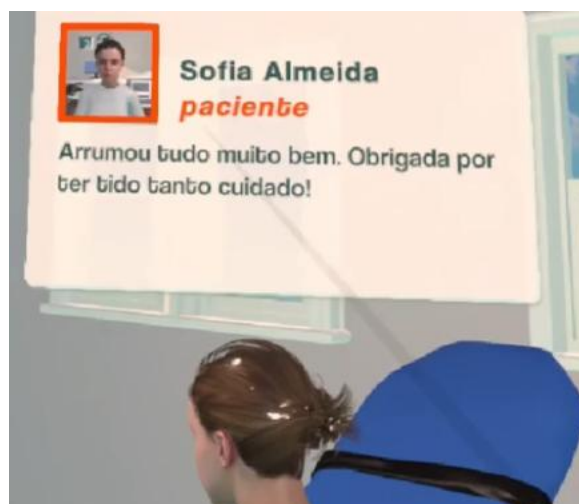


Figura 65 - Mensagem do paciente ao terminar a fase de finalização

Caso o cenário inclua múltiplos pacientes, após concluir a consulta o utilizador tem a possibilidade de chamar um novo paciente, repetindo todo o processo. Embora nesta fase de aplicação apenas exista um paciente, para garantir a escalabilidade da aplicação, a lógica de instanciamento de pacientes e procedimentos foi desenvolvida de forma modular, através das classes *PatientManager* e *ProcedureManager* que permitem adicionar novos pacientes e procedimentos sem necessidade de alterar manualmente a cena ou os scripts principais.

Assim que todos os pacientes forem atendidos, pode finalizar o cenário (Figura 66).



Figura 66 - Finalização do cenário

4.3.1.4 Feedback final

No final do cenário, é apresentado um painel de resumo que consolida toda a informação relevante sobre o desempenho do utilizador. Este painel inclui, para cada consulta, a pontuação total obtida, calculada a partir de todas as ações corretas e penalizações aplicadas, a duração da consulta, os erros cometidos – isto é, todas as mensagens de feedback negativo obtidas durante a consulta – e os troféus desbloqueados durante o cenário. No caso de não haver qualquer feedback negativo, é apresentada a mensagem “Nenhum erro cometido”, conforme

ilustrado na Figura 67. Nesta fase da aplicação apenas foi criado um paciente, mas no caso do cenário incluir mais do que um paciente, existiriam setas nas laterais do painel, que permitiriam ver o feedback para cada um dos pacientes.

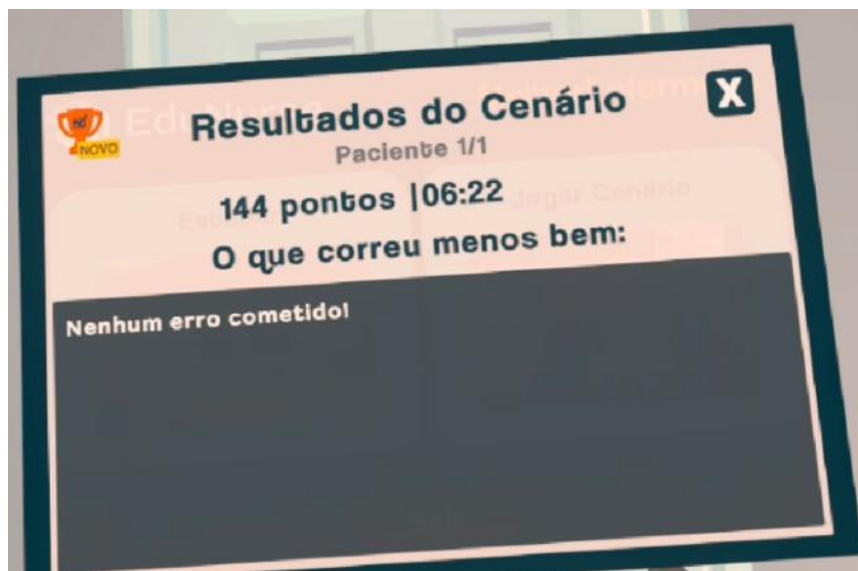


Figura 67 - Painel de resultados do cenário

4.3.2 UC2: Visualizar conquistas

A funcionalidade de conquistas foi desenvolvida com o objetivo de reforçar a motivação do utilizador e criar uma percepção clara de progressão ao longo da utilização da aplicação.

Foram definidos seis troféus, cada um com critérios de desbloqueio associados ao desempenho do utilizador:

1. Primeiros Passos: desbloqueado ao concluir um cenário pela primeira vez, destinado a motivar a exploração inicial da aplicação.
2. Sem Erros: obtido quando o utilizador termina uma consulta sem cometer erros, reforçando a precisão no cumprimento do procedimento.
3. Rápido: atribuído quando uma consulta é concluída em menos de três minutos, incentivando a eficiência.
4. Preciso: alcançado ao atingir a pontuação máxima no cenário, promovendo a excelência na execução das tarefas.
5. Descobridor: desbloqueado ao encontrar o *easter egg* oculto na sala dos cenários, introduzindo um elemento lúdico que fomenta a curiosidade e a exploração.
6. Conquistador: concedido ao desbloquear todas as conquistas anteriores, funcionando como uma meta final e abrangente de progressão.

Do ponto de vista técnico, a implementação foi desenhada para ser escalável. Os troféus foram descritos através da classe *TrophyData*, permitindo adicionar novos elementos sem necessidade de alterar a lógica base do sistema. Cada troféu é identificado por um id, que serve

como chave no Firebase Realtime Database, ao qual se associam nome, descrição e ícone, conforme exposto no Código 9:

```
using UnityEngine;

[System.Serializable]
public class TrophyData
{
    public string id;
    public string nome;
    public string descricao;
    public Sprite icone;
}
```

Código 9 - Classe *TrophyData*

Os troféus são definidos na classe *TrophyUIController*, que tem como uma das suas variáveis uma *List<TrophyData>*, que guarda todos os troféus existentes na aplicação. O id, nome, descrição e ícone para cada um dos troféus são designados no inspetor do Unity, conforme mostra a Figura 68, o que garante a fácil adaptação e expansão do sistema de conquistas para futuros cenários ou funcionalidades:

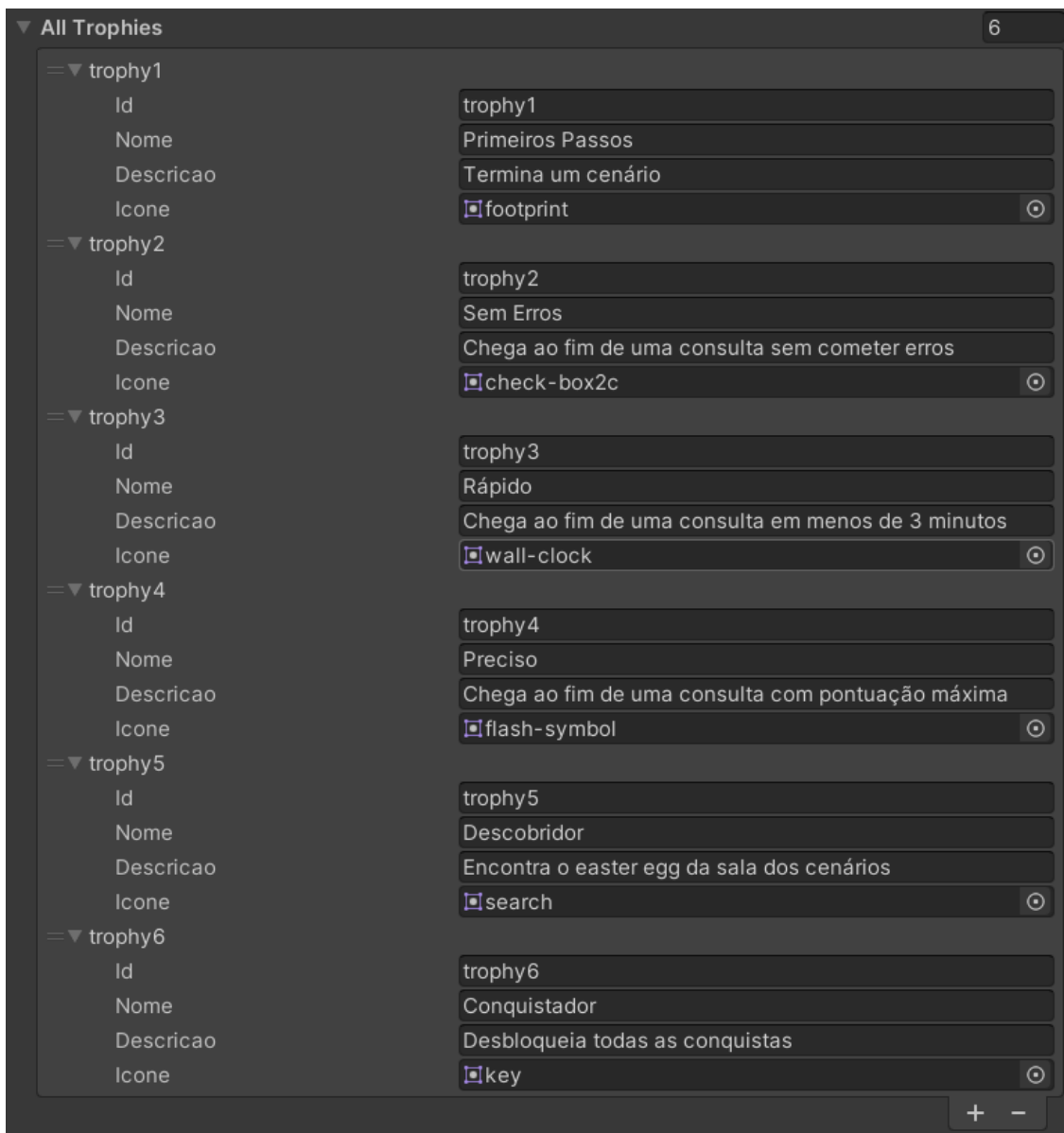


Figura 68 - Troféus existentes na aplicação

Até ao momento, a aplicação recorria apenas ao *Firebase Authentication* para gerir o processo de autenticação de utilizadores. Para suportar a nova funcionalidade, foi necessário estender a infraestrutura e integrar o *Firebase Realtime Database*, possibilitando armazenar de forma persistente e em tempo real o estado de cada troféu. Esta alteração implicou a atualização do ficheiro de configuração *Google Services*, de forma a incluir a referência à base de dados no projeto.

Ao finalizar um cenário, verifica-se se a prestação do utilizador cumpriu os requisitos necessários para desbloquear cada troféu. Se sim, o desbloqueio dos troféus é efetuado através do método *DesbloquearTrofeu()*, que regista no *Realtime Database* a alteração do estado do troféu para o utilizador autenticado, conforme exposto no Código 10:

```

public void DesbloquearTrofeu(string trophyId)
{
    if (User == null || DBreference == null)
    {
        //não é possível desbloquear o troféu
        return;
    }
    string uid = User.UserId;
    DatabaseReference trophyRef =
DBreference.Child("trophies").Child(uid).Child(trophyId);
    trophyRef.SetValueAsync(true);
}

```

Código 10 - Método *DesbloquearTrofeu()*

Os troféus desbloqueados são mostrados ao utilizador num painel dedicado, acessível através do menu principal. Para tal, foi criado um prefab genérico que serve de base à representação de cada troféu. Este prefab contém três elementos principais: um ícone, um campo de texto para o nome, e um campo de texto para a descrição. No caso de troféus bloqueados, o ícone utilizado representa um ponto de interrogação, o nome fica como “???” e na descrição apresenta-se “(continua a jogar para desbloqueares este troféu)”, conforme apresentado na Figura 69:



Figura 69 - Troféu bloqueado

A instanciação e atualização dinâmica destes prefabs é gerida pelo script *TrophyUIController*, que atualiza o painel de conquistas sempre que este é aberto, percorrendo os dados armazenados no Firebase e atualizando a interface, conforme exposto no Código 11:

```

private async void OnEnable()
{
    var estados = await FirebaseManagerUpdated.instance.CarregarTrofeus();
    AtualizarUI(estados);
}

```

Código 11 - Método *OnEnable()* da classe *TrophyUIController*

Ao atualizar a interface, é verificado o estado atual dos troféus para o utilizador. Se o troféu estiver desbloqueado, mostra-se o respetivo ícone, nome e descrição. Se estiver bloqueado, mostra-se o default da Figura 69. Esta lógica é apresentada no excerto do método *AtualizarUI()* que se encontra no Código 12:

```
foreach (var trophy in allTrophies)
{
    GameObject obj = Instantiate(trophyPrefab, contentParent);

    var texts = obj.GetComponentsInChildren<TMP_Text>();
    Transform iconTransform = obj.transform.Find("icon");
    var image = iconTransform != null ? iconTransform.GetComponent<Image>() : null;

    bool unlocked = estadoDict.ContainsKey(trophy.id) && estadoDict[trophy.id];

    if (unlocked)
    {
        texts[0].text = trophy.nome;
        texts[1].text = trophy.descricao;
        image.sprite = trophy.icone;
    }
    else
    {
        texts[0].text = "???" ;
        texts[1].text = "(continua a jogar para desbloqueares este troféu)";
        image.sprite = lockedIcon;
    }
}
```

Código 12 - Excerto do método *AtualizarUI()* da classe *TrophyUIController*

Para um utilizador que consiga bloquear todos os troféus, o painel de conquistas apresenta a informação da Figura 70:



Figura 70 - Painel de conquistas com todos os troféus desbloqueados

Para reforçar a percepção de progresso, os troféus desbloqueados são também apresentados no painel de feedback após a conclusão de um cenário, no canto superior esquerdo, conforme é possível visualizar na Figura 71:

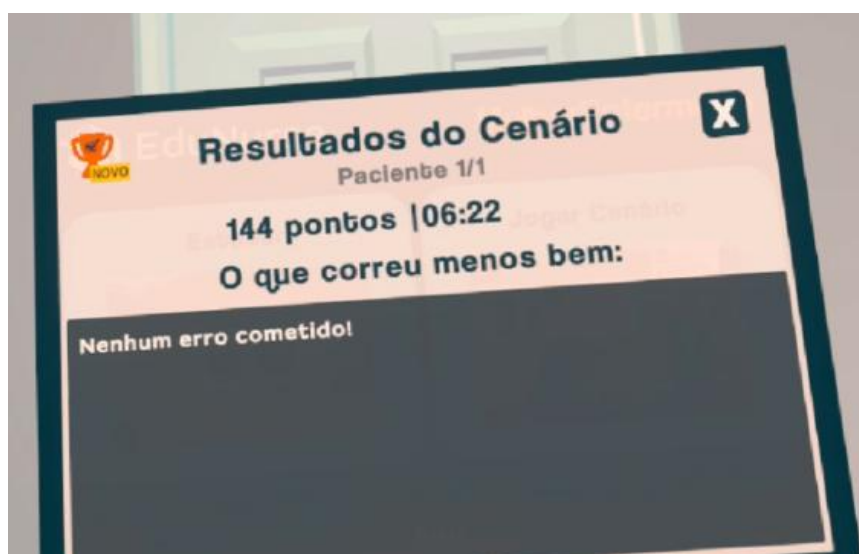


Figura 71 - Feedback pós cenário, com informação dos troféus desbloqueados

Em conjunto, estes elementos consolidam a funcionalidade de conquistas como um mecanismo eficaz de gamificação, promovendo a motivação contínua, a exploração e o aperfeiçoamento do desempenho clínico no ambiente virtual.

4.3.3 UC3 – Visualizar Tabela de Classificação

A funcionalidade de tabela de classificação foi desenvolvida com o objetivo de fomentar a competitividade saudável entre os utilizadores e promover a repetição da simulação, incentivando-os a melhorar continuamente o seu desempenho.

Do ponto de vista técnico, a implementação baseia-se na integração com o *Firebase Realtime Database*, já utilizado na funcionalidade de conquistas (UC2). A cada conclusão de cenário, a pontuação final, o tempo de execução e o identificador do utilizador são atualizados na base de dados – caso a pontuação ou o tempo sejam melhores comparativamente com o recorde pessoal do utilizador –, através do método *SalvarPontuacao()*, exposto no Código 13. Esta verificação é feita no final de cada cenário, garantindo que a tabela reflète sempre os resultados mais recentes.

```

public void SalvarPontuacao(int score, float time)
{
    if (User == null || DBreference == null) return;
    string uid = User.UserId;
    string username = string.IsNullOrEmpty(User.DisplayName) ? "convidado" :
User.DisplayName;
    DatabaseReference userRef = DBreference.Child("leaderboard").Child(uid);

    userRef.GetValueAsync().ContinueWith(task =>
    {
        if (task.IsCompleted)
        {
            DataSnapshot snapshot = task.Result;
            int bestScore = 0;
            float bestTime = float.MaxValue;
            if (snapshot.Exists)
            {
                if (snapshot.Child("bestScore").Exists) bestScore =
int.Parse(snapshot.Child("bestScore").Value.ToString());

                if (snapshot.Child("bestTime").Exists) bestTime =
float.Parse(snapshot.Child("bestTime").Value.ToString(),
System.Globalization.CultureInfo.InvariantCulture);
            }
            bool atualizar = false;
            if (score > bestScore) atualizar = true;
            else if (score == bestScore && time < bestTime) atualizar = true;
            if (atualizar)
            {
                userRef.Child("username").SetValueAsync(username);
                userRef.Child("bestScore").SetValueAsync(score);
                userRef.Child("bestTime").SetValueAsync(time.ToString(System.Globalizat
ion.CultureInfo.InvariantCulture));
            }
        }
    });
}

```

Código 13 - Método SalvarPontuacao()

A tabela de classificação (Figura 72) foi concebida de forma dinâmica e escalável. No lado do utilizador, a UI é atualizada automaticamente sempre que o painel da tabela de classificação é aberto, através do menu principal.

Lugar	Nome de Utilizador	Pontuação	Tempo
1	MelhorEnfermeiro	144	382.7s
2	Agostinho	104	90.3s
3	MartaRib	104	151.1s
4	DoctorKazzio	24	35.9s

Figura 72 - Painel da Tabela de Classificação

Para estruturar os dados provenientes do Firebase foi criada a classe `LeaderboardEntry`, Código 14, responsável por encapsular as variáveis relevantes de cada utilizador: nome, pontuação e tempo. Esta classe facilita a criação de listas de resultados que podem ser facilmente percorridas e manipuladas.

```
public class LeaderboardEntry
{
    public string username;
    public int bestScore;
    public float bestTime;

    public LeaderboardEntry(string username, int bestScore, float bestTime)
    {
        this.username = username;
        this.bestScore = bestScore;
        this.bestTime = bestTime;
    }
}
```

Código 14 - Classe `LeaderboardEntry`

O método `AtualizarLeaderboardUI()`, Código 15, do script `LeaderboardUIController` recebe uma lista de objetos `LeaderboardEntry` e instancia o prefab `LeaderboardEntryUI` para cada entrada, contendo quatro campos principais: posição no ranking, nome do utilizador, pontuação e tempo.

```

private void AtualizarLeaderboardUI(List<LeaderboardEntry> lista)
{
    foreach (Transform child in contentParent)
        Destroy(child.gameObject);

    for (int i = 0; i < lista.Count; i++)
    {
        var entry = lista[i];
        GameObject obj = Instantiate(entryPrefab, contentParent);
        obj.transform.SetParent(contentParent, false);

        var texts = obj.GetComponentsInChildren<TMP_Text>();
        texts[0].text = (i + 1).ToString(); // Rank
        texts[1].text = entry.username;
        texts[2].text = entry.bestScore.ToString();
        texts[3].text = $"{entry.bestTime:F1}s";
    }
}

```

Código 15 - Método *AtualizarLeaderboardUI()* da classe *LeaderboardUIController*

Na interface, a tabela é apresentada em formato de *Scroll View*, permitindo ao utilizador visualizar as pontuações de todos os utilizadores. A barra de scroll, presente na Figura 73, surge automaticamente apenas quando o número de entradas excede a quantidade de linhas que cabem no painel visível, garantindo uma apresentação limpa e intuitiva.



Figura 73 - Tabela de Classificação com um prefab *LeaderboardEntryUI*

Para assegurar maior clareza e competitividade, a tabela ordena automaticamente os registos de acordo com a pontuação mais elevada; em caso de empate, o critério de desempate é o menor tempo de execução. Esta ordenação é realizada no método *GetLeaderboardEntries()*, conforme apresentado no Código 16:

```
lista.Sort((a, b) =>
{
    int comp = b.bestScore.CompareTo(a.bestScore);
    if (comp == 0) comp = a.bestTime.CompareTo(b.bestTime);
    return comp;
});
```

Código 16 - Excerto do método *GetLeaderboardEntries()*, responsável por ordenar a tabela de classificação

Em conjunto, esta funcionalidade acrescenta uma camada de motivação extrínseca, promovendo a competitividade entre pares, mas também reforçando a autoavaliação e a melhoria contínua.

4.3.4 Adaptações adicionais

De modo a integrar a solução com a aplicação do Projeto/Estágio [2], [3], [4], foram necessárias algumas adaptações que garantissem a coerência e continuidade entre os módulos já existentes e as novas funcionalidades desenvolvidas. A primeira adaptação consistiu na criação de um menu inicial que surge logo após o arranque da aplicação. Este menu disponibiliza ao utilizador duas opções distintas: “Estudar”, que remete para as funcionalidades já presentes na aplicação original, e “Jogar um cenário”, que conduz diretamente ao módulo desenvolvido neste projeto. Esta alteração foi fundamental para que ambas as vertentes coexistissem de forma intuitiva, sem comprometer a navegação do utilizador.

Outra adaptação essencial foi a tradução integral da aplicação para português. A versão anterior encontrava-se em inglês, mas, considerando que os testes seriam realizados com utilizadores portugueses, optou-se por desenvolver toda a simulação em língua portuguesa. Para garantir consistência e evitar que coexistissem elementos em diferentes idiomas, tornou-se necessário uniformizar a aplicação, traduzindo menus e assegurando assim uma experiência mais clara, natural e imersiva para o público-alvo.

4.3.5 Elementos de gamificação adicionais

Com base na análise do Octalysis Tool apresentada no capítulo 3.3 – Análise do Desenho da Solução, verificou-se que a experiência inicial apresentava limitações em diversos *Core Drives*. Para equilibrar os Core Drives e tornar a experiência mais envolvente, foram implementadas mecânicas adicionais de gamificação, descritas a seguir.

No *Core Drive 1, Epic Meaning*:

- O *Free Lunch* foi implementado através do troféu Primeiros Passos, que é concedido ao completar um cenário, mesmo que incompleto. Esta mecânica reforça a sensação de recompensa imediata e propósito, incentivando o utilizador a explorar a simulação sem receio de falhar.

No *Core Drive 2, Accomplishment*:

- O *High Five* foi incluído através das mensagens motivacionais enviadas pelo enfermeiro virtual ao utilizador durante o cenário, promovendo reconhecimento imediato e reforço positivo do progresso.

No *Core Drive 3, Empowerment*:

- O *Milestone Unclocks* foi considerado já que os materiais só se tornam manipuláveis após o início da fase de execução, promovendo uma sensação de progresso gradual.
- O *Chain Combos* foi implementado ao conceder pontos adicionais quando o utilizador realiza corretamente sequências de ações corretas, por exemplo, lavagem de mãos seguindo a ordem: uso de sabão, uso de água, uso de papel e descarte do papel. Esta mecânica incentiva planeamento e execução eficiente.

No *Core Drive 4, Ownership*:

- O *Collection Sets* foi implementado através do troféu Conquistador, ganho ao desbloquear todas as conquistas. As conquistas funcionam como itens colecionáveis, reforçando o sentimento de posse e completude.
- O *Observer Attachment* foi incluído uma vez que o jogador desenvolve apego aos personagens virtuais, com base nos diálogos e interações durante a simulação, criando uma ligação emocional e aumentando o envolvimento.

No *Core Drive 5, Social Influence*:

- O *SeeSaw Bump* foi adicionado ao permitir que os jogadores vejam as pontuações de todos os utilizadores e não apenas os top players, promovendo comparação social saudável, incentivo mútuo e motivação competitiva entre colegas.

No *Core Drive 6, Scarcity*:

- O *Appointment Dynamics* foi considerado já que os troféus são recebidos no final de cada cenário, criando momentos específicos de recompensa para os troféus.
- O *Prize Pacing* foi implementado ao distribuir os pontos ao longo de todas as fases do cenário, evitando que a recompensa dos pontos se concentre numa única etapa e mantendo o interesse durante toda a simulação.
- O *Bootleg Quest* foi incluído ao manter ocultas as conquistas bloqueadas, assim como os métodos para desbloqueá-las, aumentando a curiosidade e a motivação para descobrir como obtê-las.
- O *Last Mile Drive* foi adicionado ao manter a fase final do procedimento mais curta e simples – compreende apenas a limpeza e arrumação de materiais – proporcionando um incentivo psicológico adicional para concluir o cenário.

No Core Drive 7, *Unpredictability*:

- O *Visual Storytelling* foi adicionado através das mensagens do paciente e do enfermeiro durante a simulação, que fornecem feedback narrativo em tempo real.
- O *Easter Eggs* foi implementado através do troféu Descobridor, desbloqueável ao encontrar um easter egg na sala dos cenários. Apesar de o easter egg ainda não estar implementado, o troféu já está criado, como incentivo à exploração e curiosidade.
- Por fim, o *Obvious Wonder* foi considerado pela surpresa de desbloquear novas conquistas desconhecidas pelo jogador, o que reforça o elemento de descoberta, promovendo prazer e motivação intrínseca.

Com base nestas alterações, foi atualizado o diagrama Octalysis, para o da Figura 74.

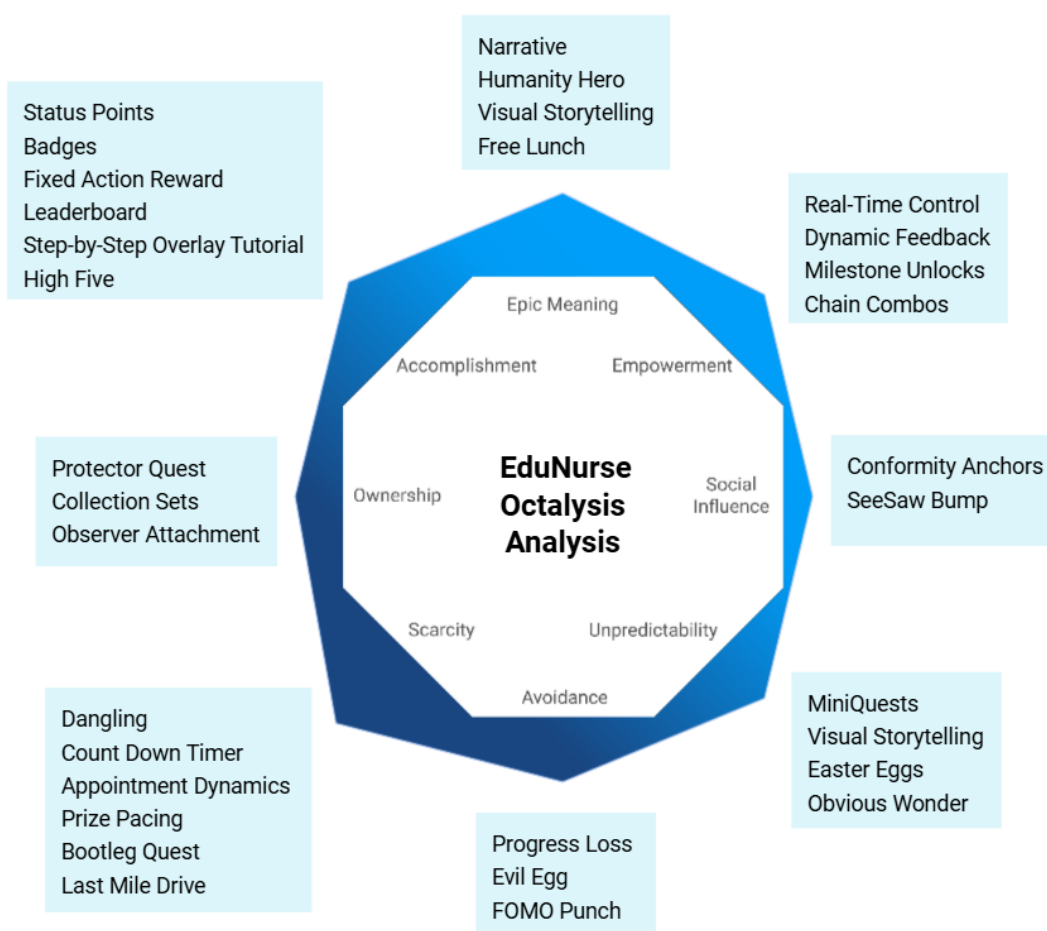


Figura 74 - Diagrama Octalysis da Solução Desenvolvida [65]

Tal como na fase de Desenho da Solução, este diagrama permitiu ter uma visão global do equilíbrio motivacional da experiência, evidenciando quais os Core Drives mais explorados e aqueles que apresentam maior potencial de evolução, para serem considerados em trabalho futuro.

Foram repetidos os cálculos feitos na primeira análise Octalysis, no capítulo 3.3 – Análise do Desenho da Solução e obtiveram-se as pontuações presentes na Tabela 5:

Tabela 5 - Pontuação atualizada para cada Core Drive

Core Drive	Pontuação
CD1 – Epic Meaning	5
CD2 – Accomplishment	5
CD3 – Empowerment	4
CD4 – Ownership	3
CD5 – Social Influence	2
CD6 – Scarcity	6
CD7 – Unpredictability	4
CD8 – Avoidance	4

Os valores destas pontuações foram introduzidos na ferramenta oficial Octalysis Tool, que gerou automaticamente a análise global da experiência do utilizador, atribuindo a pontuação de 147 (em 800 máximos).

De acordo com a ferramenta oficial Octalysis Tool, a experiência do utilizador é classificada com o feedback “Proud of You and Good Motivation”.

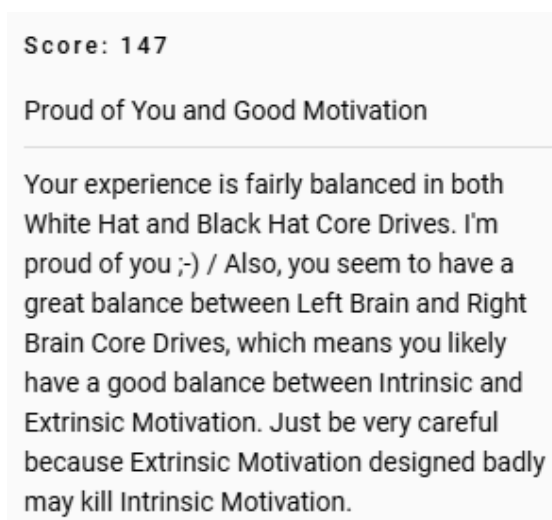


Figura 75 - Análise atualizada da experiência do utilizador, segundo a Octalysis Tool [65]

Com esta atualização, a experiência passou a apresentar uma estrutura motivacional mais equilibrada e diversificada. A introdução de novas mecânicas fortaleceu especialmente os *Core Drives* inicialmente mais frágeis, o que se refletiu no aumento da pontuação global de 52 para 147 pontos.

Este resultado demonstra que a inclusão estratégica de elementos adicionais não só amplia o número de mecânicas disponíveis, mas também melhora a qualidade da experiência, garantindo maior variedade de estímulos motivacionais. A presença de elementos intrínsecos e extrínsecos assegura que diferentes perfis de utilizador encontrem motivos relevantes para se envolver com a simulação.

Ainda assim, a análise evidencia que existem Core Drives que permanecem com margem de evolução, nomeadamente o *Social Influence* e o *Ownership*, que continuam a apresentar pontuações relativamente baixas em comparação com os restantes, que deverão ser explorados no futuro.

De modo geral, a versão atualizada da aplicação conseguiu superar as limitações identificadas na análise inicial, ao criar equilíbrio entre *White Hat* e *Black Hat* e entre *Left Brain* e *Right Brain*, o que se traduz numa experiência mais sustentável e envolvente para o utilizador. Esta evolução confirma a utilidade da framework Octalysis como ferramenta de diagnóstico e de apoio ao desenho de soluções de gamificação.

4.4 Dificuldades Encontradas e Soluções Adotadas

Durante o processo de desenvolvimento da solução, surgiram alguns constrangimentos que condicionaram a implementação, exigindo a adoção de estratégias alternativas para garantir a viabilidade do projeto.

Uma das dificuldades mais evidentes esteve relacionada com a limitação de modelos tridimensionais adequados ao contexto clínico. Muitos dos modelos disponíveis não correspondiam à realidade pretendida ou apresentavam restrições de utilização. Para ultrapassar este problema, foram criados alguns modelos 3D diretamente no Unity.

O modelo 3D do soro fisiológico, por exemplo, foi criado recorrendo à modificação de texturas num modelo de formato semelhante e à combinação de formas geométricas simples. Estas modificações encontram-se expostas desde a Figura 76 à Figura 79:



Figura 76 - Modelo 3D antes de ser modificado para criar o Soro Fisiológico

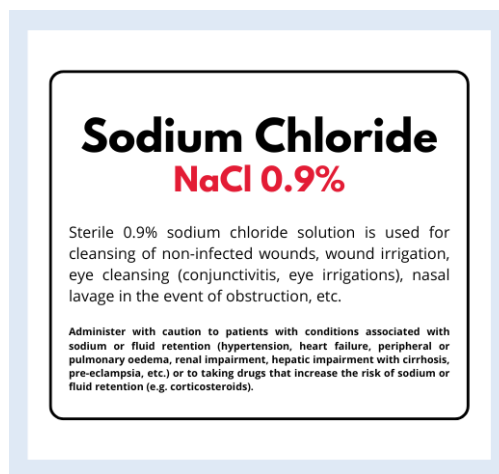


Figura 77 - Textura criada para o rótulo do Soro Fisiológico [75]

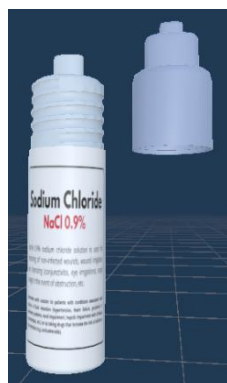


Figura 78 - Modelo 3D depois de ser modificado para criar o Soro Fisiológico

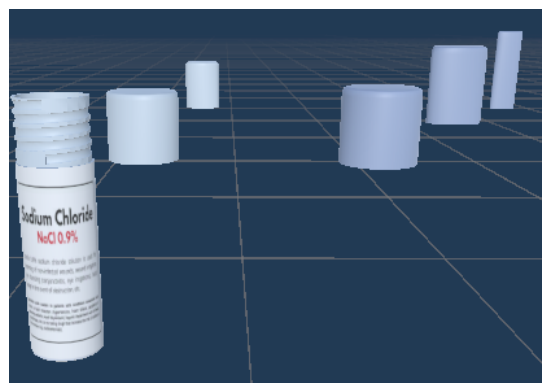


Figura 79 - Combinação de formas geométricas utilizada para criar o Soro Fisiológico

O modelo do kit de remoção de pontos de sutura, por exemplo, foi criado recorrendo à eliminação de objetos *child* num modelo de formato semelhante, alteração de texturas, e adição de novos objetos *child* – os materiais que constam num kit de remoção de pontos de sutura [76]. O modelo antes e depois das modificações encontra-se exposto na Figura 80 e Figura 81.



Figura 80 - Modelo 3D antes de ser modificado para criar o Kit de Remoção de Pontos de Sutura



Figura 81 - Modelo 3D depois de ser modificado para criar o Kit de Remoção de Pontos de Sutura

Esta abordagem permitiu desenvolver recursos visuais simples, mas eficazes para os objetivos da simulação.

A validação do procedimento clínico representou outra dificuldade, uma vez que não foi possível contar com profissionais de saúde especializados durante o desenvolvimento. Como alternativa, o conteúdo implementado basou-se em materiais educativos de enfermagem, nomeadamente manuais[74] e vídeos de formação[73]. Estes recursos asseguraram que as etapas do procedimento estivessem alinhadas com as boas práticas.

O equipamento de trabalho inicialmente disponível para o desenvolvimento do projeto, um computador portátil Acer Aspire 7, tinha já cerca de cinco anos de utilização intensiva, apresentando um desempenho bastante limitado. Esta limitação tornou-se particularmente evidente durante o desenvolvimento da aplicação, quando era necessário executar a solução no Meta Quest 2 para verificar a correta implementação das funcionalidades. Nesses momentos, o tempo de carregamento variava entre 5 a 30 minutos, o que comprometia significativamente

a agilidade do processo de desenvolvimento e validação incremental das funcionalidades. Para ultrapassar este constrangimento, foi adquirido um novo equipamento de trabalho, um computador portátil HP Omen 16, mais adequado às exigências do Unity e da tecnologia VR. Com este equipamento, o tempo de carregamento da aplicação no *headset* reduziu para apenas cerca de 2 segundos, permitindo um desenvolvimento muito mais fluido e produtivo, com ciclos de verificação rápidos e eficazes.

Por fim, também o fator tempo constituiu um desafio. Inicialmente, o desenvolvimento esteve condicionado pelo facto de o trabalho de dissertação ser conciliado com uma atividade profissional em regime de part-time, o que limitava a disponibilidade para avançar de forma consistente. Quando se verificou que esta limitação poderia comprometer os prazos de conclusão do projeto, foi tomada a decisão de suspender temporariamente a atividade profissional, de modo a dedicar integralmente o tempo necessário ao desenvolvimento da solução até à sua finalização.

5 Avaliação da Solução

A avaliação da solução desenvolvida teve como objetivo medir a qualidade, a experiência de utilização e o desempenho da aplicação de simulação em Realidade Virtual, considerando requisitos funcionais, experiência de jogo e qualidade técnica.

5.1 Instrumentos de Avaliação

Para avaliar a solução, foram utilizados dois instrumentos: um questionário online *Forms* e o *Quantitative Evaluation Framework* (QEF) [15].

5.1.1 Questionário Online *Forms*

O questionário online foi desenvolvido no *Microsoft Forms* e estruturado em nove categorias: Avaliação de Funcionalidades, Divertimento, Envolvimento, Pensamento Criativo, Estímulo, Ausência de Efeitos Negativos, Domínio, Adaptabilidade e Eficiência.

Cada categoria contém um conjunto de perguntas em escala de 0 a 10, em que 0 corresponde a “Discordo totalmente” e 10 a “Concordo totalmente”. Esta estrutura permitiu recolher dados quantitativos sobre a experiência do utilizador.

Seguem-se as perguntas incluídas em cada categoria.

Avaliação de Funcionalidades:

1. Foi fácil iniciar e jogar um cenário.
2. Chamar o paciente foi simples e intuitivo.
3. A ficha do paciente foi útil para perceber o que fazer.
4. As instruções do enfermeiro foram claras e relevantes.

5. O tutorial na televisão ajudou-me a preparar-me para o procedimento.
6. A lavagem das mãos funcionou bem e foi compreensível.
7. Reunir os materiais necessários antes do procedimento foi fácil.
8. A preparação para o procedimento estava bem estruturada.
9. Consegui realizar o procedimento (ex: retirada de suturas) de forma fluída.
10. A interação com o paciente foi realista e significativa.
11. Foi fácil dar o destino adequado aos materiais utilizados.
12. A contagem do tempo foi útil para me organizar.
13. A pontuação refletiu bem a minha performance.
14. O feedback final foi útil.
15. A visualização das conquistas foi motivadora.
16. A tabela de classificação ajudou-me a comparar a minha performance com outros jogadores.

Divertimento:

1. Jogar foi divertido.
2. Gostei de jogar.
3. A experiência de jogo foi muito agradável.
4. A minha experiência com o jogo foi prazerosa.
5. Considero que jogar este jogo é muito divertido.
6. Jogaria este jogo por iniciativa própria, e não apenas por me pedirem.

Envolvimento:

1. Jogar fez-me esquecer onde estava.
2. Esqueci-me do que me rodeava enquanto jogava.
3. Depois de jogar, senti que estava a regressar ao “mundo real” após uma viagem.
4. Jogar ajudou-me a “escapar de tudo”.
5. Enquanto jogava, estava completamente alheio(a) a tudo à minha volta.
6. Enquanto jogava, perdi a noção do tempo.

Pensamento:

1. Jogar despertou a minha imaginação.
2. Enquanto jogava, senti-me criativo(a).
3. Enquanto jogava, senti que podia explorar coisas novas.
4. Enquanto jogava, senti-me aventureiro(a).

Estímulo:

1. Enquanto jogava, senti-me energizado(a).
2. Enquanto jogava, senti-me inquieto(a).
3. Enquanto jogava, senti-me agitado(a).
4. Enquanto jogava, senti-me entusiasmado(a).

Ausência de Efeitos Negativos:

1. Enquanto jogava, não me senti perturbado(a).
2. Enquanto jogava, não me senti hostil.

3. Enquanto jogava, não me senti frustrado(a).

Domínio:

1. Enquanto jogava, senti-me no controlo da situação.
2. Enquanto jogava, senti-me influente.
3. Enquanto jogava, senti-me autónomo(a).
4. Enquanto jogava, senti-me confiante.

Adaptabilidade:

1. A aplicação respondeu adequadamente às minhas ações.
2. A aplicação adaptou-se bem às minhas escolhas e interações.
3. Senti que a aplicação se ajustava ao meu ritmo de utilização.
4. A aplicação respondeu de forma fluída e consistente aos meus comandos.
5. A aplicação comportou-se como eu esperava em diferentes situações.

Eficiência:

1. A interface da aplicação era rápida e fluída.
2. A aplicação não apresentou erros inesperados durante a utilização.
3. Quando surgiram erros, estes foram tratados de forma adequada.
4. A aplicação funcionou de forma estável durante todo o tempo de utilização.
5. Os resultados apresentados pela aplicação correspondiam corretamente às minhas ações.
6. A interface da aplicação era fácil de utilizar e compreender.
7. A aplicação proporcionou uma experiência imersiva e realista.

5.1.2 *Quantitative Evaluation Framework (QEF)*

O *Quantitative Evaluation Framework (QEF)* foi utilizado para quantificar a qualidade da aplicação com base nos dados recolhidos pelo *Forms*. O QEF organiza os critérios de avaliação em três dimensões principais: Funcionalidade, Experiência de Jogo e Qualidade Técnica. Cada dimensão é composta por fatores, que por sua vez se desdobram em requisitos avaliáveis.

A dimensão Funcionalidade contempla os requisitos funcionais da aplicação e a compatibilidade da aplicação com o hardware, sendo composta pelos seguintes fatores:

- Funcional:
 - FF01 - Jogar simulação de procedimento clínico
 - FF02 - Visualizar troféus
 - FF03 - Visualizar tabelas de classificação
- Conectividade:
 - FC01 - A aplicação deve ser compatível com o Meta Quest 2

A dimensão Experiência de Jogo incorpora fatores inspirados no GAMEX adaptado à enfermagem [42], sendo estes os seguintes:

- **Divertimento:**
 - EJDí01 - A aplicação deve proporcionar diversão e prazer durante a interação do utilizador
- **Envolvimento:**
 - EJEn01 - A aplicação deve envolver o utilizador, promovendo imersão e atenção concentrada
- **Pensamento Criativo:**
 - EJPC01 - A aplicação deve estimular a criatividade do utilizador, incentivando exploração e novas ideias
- **Estímulo:**
 - EJEs01 - A aplicação deve gerar entusiasmo, energia e motivação durante a utilização
- **Ausência de Efeitos Negativos:**
 - EJAEN01 - A aplicação deve evitar frustração, hostilidade ou perturbação ao utilizador
- **Domínio:**
 - EJDo01 - A aplicação deve permitir ao utilizador sentir controlo, confiança e autonomia durante a interação

A dimensão Qualidade Técnica considera os requisitos não funcionais da aplicação, incluindo os seguintes fatores:

- **Adaptabilidade:**
 - QTA01 - A aplicação deve responder de forma imediata e adequada às ações do utilizador
 - QTA02 - A aplicação deve adaptar-se às escolhas e interações do utilizador, ajustando o seu comportamento em conformidade
 - QTA03 - A aplicação deve ajustar-se ao ritmo de execução de cada utilizador, sem forçar uma velocidade fixa ou prejudicar a experiência
 - QTA04 - A aplicação deve responder de forma fluída e consistente aos comandos do utilizador
 - QTA05 - A aplicação deve comportar-se de acordo com as expectativas do utilizador em diferentes situações, garantindo coerência nas interações
- **Eficiência:**
 - QTE01 - A interface da aplicação deve ser rápida e fluída, garantindo uma navegação sem atrasos ou quebras de desempenho
 - QTE02 - A aplicação não deve apresentar erros inesperados durante a utilização
 - QTE03 - Sempre que surjam erros, estes devem ser tratados de forma adequada, sem comprometer a continuidade da experiência
 - QTE04 - A aplicação deve funcionar de forma estável ao longo de toda a sessão de utilização
 - QTE05 - Os resultados apresentados pela aplicação devem corresponder corretamente às ações do utilizador

- QTE06 - A interface da aplicação deve ser fácil de utilizar e compreender, minimizando a curva de aprendizagem
- QUE07 - A aplicação deve proporcionar uma experiência imersiva e realista, adequada ao contexto da simulação em Realidade Virtual

Na secção seguinte descreve-se as métricas utilizadas para avaliar cada um destes requisitos.

5.2 Metodologia de Avaliação

A avaliação dos requisitos definidos no QEF foi realizada com base em testes práticos da aplicação e nos resultados recolhidos através do questionário *Forms*¹.

Na dimensão Funcionalidade, os requisitos FF01, FF02 e FF03 foram avaliados através das respostas dos utilizadores às perguntas incluídas na categoria Avaliação de Funcionalidades do *Forms*. Para o requisito FF01, foi calculada a média das respostas a cada uma das perguntas 1 a 14 e, depois, calculada a média entre estas perguntas. Para os requisitos FF02 e FF03, foi calculada a média das respostas às perguntas 15 e 16, respetivamente. O requisito FC01, relativo à compatibilidade com o Meta Quest 2, foi avaliado por observação, através da execução bem-sucedida dos testes da aplicação nesse dispositivo, obtendo-se um resultado de 100% – que seria 0% caso a compatibilidade não se verificasse.

Na dimensão Experiência de Jogo, cada requisito – EJD01, EJEn01, EJPC01, EJEs01, EJAEN01 e EJDo01 – correspondeu diretamente à categoria do questionário *Forms* homónima do seu fator. Assim, para cada requisito foi calculada a média das respostas dadas a cada pergunta incluída na respetiva categoria e, depois, calculada a média entre as perguntas da categoria.

Na dimensão Qualidade Técnica, a medição dos requisitos foi igualmente baseada no questionário *Forms*, em particular nas categorias Adaptabilidade e Eficiência, com uma pergunta por requisito. Cada requisito foi avaliado a partir da média das respostas à pergunta associada.

Uma vez que as respostas às perguntas do questionário *Forms* compreendiam valores entre 1 e 10, os resultados obtidos foram multiplicados por 10 e arredondados à unidade, para serem convertidos à escala de 100 utilizada no QEF. Desta forma, um valor médio de 7 corresponde a 70% de cumprimento, um valor médio de 9 a 90%, e assim sucessivamente.

¹ A informação detalhada encontra-se disponível numa *spreadsheet* partilhada em [[Experiência com a Aplicação Testada.xlsx](#)], uma vez que as restrições no número de páginas do presente documento não permitiram a sua inclusão integral.

5.3 Resultados Obtidos

Na Figura 82 encontra-se o QEF preenchido, evidenciando o grau de cumprimento dos requisitos em cada dimensão, o que permite uma análise estruturada da solução, facilitando a comparação entre diferentes fatores e requisitos.

Dimension	Qj	Wij (Factor Weight j in Dim i) [0,1]	Factor	rwjk (requirement weight k in Factor j) {2, 4, 6, 8, 10}	Requirement	wfk % requirement fulfillment k) [0,100]
Funcionalidade	90	0.75	Funcional	10	FF01 - Jogar simulação de procedimento clínico	87
				10	FF02 - Visualizar troféus	89
				10	FF03 - Visualizar tabelas de classificação	94
	100	0.25	Conectividade	10	FC01 - A aplicação deve ser compatível com o Meta Quest 2	100
Experiência de Jogo	84	0.16666667	Divertimento	10	EJDi01 - A aplicação deve proporcionar diversão e prazer durante a interação do utilizador	84
	86	0.16666667	Envolvimento	10	EJEn01 - A aplicação deve envolver o utilizador, promovendo imersão e atenção concentrada	86
	82	0.16666667	Pensamento Criativo	2	EJPC01 - A aplicação deve estimular a criatividade do utilizador, incentivando exploração e novas ideias	82
	68	0.16666667	Estímulo	8	EJEs01 - A aplicação deve gerar entusiasmo, energia e motivação durante a utilização	68
	88	0.16666667	Ausência de Efeitos Negativos	6	EJAEN01 - A aplicação deve evitar frustração, hostilidade ou perturbação ao utilizador	88
	79	0.16666667	Domínio	6	EJDo01 - A aplicação deve permitir ao utilizador sentir controlo, confiança e autonomia durante a interação	79
Qualidade Técnica	85	0.41666667	Adaptabilidade	8	QTA01 - A aplicação deve responder de forma imediata e adequada às ações do utilizador	89
				8	QTA02 - A aplicação deve adaptar-se às escolhas e interações do utilizador, ajustando o seu comportamento em conformidade	87
				4	QTA03 - A aplicação deve ajustar-se ao ritmo de execução de cada utilizador, sem forçar uma velocidade fixa ou prejudicar a experiência	81
				8	QTA04 - A aplicação deve responder de forma fluída e consistente aos comandos do utilizador	89
				8	QTA05 - A aplicação deve comportar-se de acordo com as expectativas do utilizador em diferentes situações, garantindo coerência nas interações	77
	92.9	0.58333333	Eficiência	8	QTE01 - A interface da aplicação deve ser rápida e fluída, garantindo uma navegação sem atrasos ou quebras de desempenho	90
				8	QTE02 - A aplicação não deve apresentar erros inesperados durante a utilização	89
				8	QTE03 - Sempre que surjam erros, estes devem ser tratados de forma adequada, sem comprometer a continuidade da experiência	93
				8	QTE04 - A aplicação deve funcionar de forma estável ao longo de toda a sessão de utilização	93
				8	QTE05 - Os resultados apresentados pela aplicação devem corresponder corretamente às ações do utilizador	94
				6	QTE06 - A interface da aplicação deve ser fácil de utilizar e compreender, minimizando a curva de aprendizagem	96
				8	QTE07 - A aplicação deve proporcionar uma experiência imersiva e realista, adequada ao contexto da simulação em realidade virtual	96

Figura 82 - QEF preenchido para avaliação da solução

Em termos globais, a aplicação alcançou um índice de qualidade (Q) de 91%, refletindo um elevado grau de conformidade com os requisitos estabelecidos. As três dimensões avaliadas apresentaram desempenhos consistentes.

Na dimensão Funcionalidade, o requisito FF01, “Jogar simulação de procedimento clínico”, obteve o valor mais baixo da dimensão (87%). Este resultado foi sobretudo influenciado pela questão “A contagem do tempo foi útil para me organizar”, cuja média situou-se em apenas 6. O tempo, apesar de incluído no procedimento, não teve grande impacto na experiência dos utilizadores, o que sugere que poderá ser útil, em trabalhos futuros, acrescentar mecanismos adicionais de feedback temporal, como sinais sonoros em determinados intervalos, para reforçar a perceção da passagem do tempo e aumentar a sua utilidade prática.

Na dimensão Experiência de Jogo, o requisito que mais contribuiu para a diminuição da média global foi o EJE01, “A aplicação deve gerar entusiasmo, energia e motivação durante a utilização”, que obteve apenas 68%. Este resultado deveu-se principalmente às respostas às questões “Enquanto jogava, senti-me inquieto(a)” (média 6) e “Enquanto jogava, senti-me agitado(a)” (média 5). Estas questões foram traduzidas do instrumento GAMEX adaptado para o contexto da enfermagem [42], mas, no contexto português, os termos inquietação e agitação podem ser interpretados de forma ambígua, com conotações tanto positivas como negativas. Essa ambiguidade reduziu a fiabilidade dos resultados e evidencia a necessidade de reformulação destas perguntas em futuras avaliações, para captar melhor a dimensão do Estímulo de forma adequada.

Por fim, na dimensão Qualidade Técnica, o fator Adaptabilidade apresentou desempenho mais baixo em comparação com a Eficiência, devido sobretudo ao requisito QTA05, “A aplicação deve comportar-se de acordo com as expectativas do utilizador em diferentes situações”, que obteve apenas 77%. Este valor poderá estar associado à interpretação distinta que os participantes fizeram da pergunta correspondente. Para alguns, diferenças de comportamento da aplicação poderão ter sido percecionadas como erros, enquanto para outros poderão ter sido vistas como elementos inesperados ou surpreendentes. Tal ambiguidade sugere que esta questão deve igualmente ser reformulada em futuros estudos, de modo a clarificar a intenção da avaliação e evitar interpretações divergentes.

No geral, a aplicação apresentou resultados bastante positivos, mas os requisitos identificados evidenciam pontos específicos que devem ser revistos em futuras versões do questionário e da aplicação, de forma a melhorar tanto a clareza da avaliação como a experiência global dos utilizadores.

6 Conclusões

O trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação teve como objetivo conceber, implementar e avaliar uma aplicação de Realidade Virtual gamificada para apoio à formação em enfermagem.

Após o enquadramento teórico, passou-se pela análise de requisitos, desenho da solução, implementação e, por fim, pela avaliação junto de utilizadores.

Este capítulo apresenta as principais conclusões do estudo, resumindo os resultados alcançados, destacando as contribuições obtidas, reconhecendo as limitações encontradas e apontando direções para trabalhos futuros.

6.1 Resumo dos Resultados

A avaliação realizada confirmou que a aplicação atinge de forma consistente um elevado padrão de qualidade, apresentando um equilíbrio sólido entre funcionalidade, experiência de jogo e qualidade técnica. O índice global de 91% reflete não apenas a robustez técnica da solução, mas também a sua capacidade de proporcionar uma experiência imersiva, envolvente e adequada ao contexto da prática clínica simulada.

Os pontos mais críticos identificados, nomeadamente a utilidade limitada da contagem do tempo e a ambiguidade das questões no fator Estímulo e Adaptabilidade, representam oportunidades de melhoria. Ao serem revistos, poderão contribuir para aumentar a clareza da avaliação e o impacto pedagógico da aplicação.

De forma geral, os resultados alcançados validam a solução desenvolvida como uma ferramenta eficaz de apoio à formação em enfermagem em contexto de Realidade Virtual, revelando potencial para expansão e aperfeiçoamento em estudos futuros, o que será discutido em maior detalhe no capítulo 6.4 – Trabalhos Futuros.

6.2 Contribuições do Projeto

O projeto desenvolvido originou contributos significativos em diferentes dimensões.

Do ponto de vista tecnológico, foi concebida e implementada uma aplicação funcional em Realidade Virtual, compatível com o *Meta Quest 2*, que integra mecânicas de jogo, feedback em tempo real, conquistas e tabelas de classificação, constituindo um protótipo com potencial para evolução futura.

No plano pedagógico, a aplicação demonstrou ser uma ferramenta inovadora que alia a simulação clínica à gamificação, promovendo maior motivação, envolvimento e retenção de conhecimentos por parte dos estudantes.

Por fim, numa perspetiva académica e científica, o trabalho aprofundou a investigação sobre a aplicação de estratégias de gamificação no ensino de enfermagem em Realidade Virtual, contribuindo para a produção de conhecimento na área dos jogos sérios e tecnologias educativas aplicadas à saúde.

6.3 Limitações

Apesar dos resultados positivos, o projeto enfrentou algumas limitações.

A obtenção de um parecer da comissão de ética revelou-se difícil, o que impossibilitou a partilha do inquérito de levantamento de necessidades com estudantes de enfermagem. A falta deste parecer também condicionou a realização de testes formais com estudantes de enfermagem, restringindo a validação a utilizadores externos à área.

O número de testes realizados foi reduzido, apenas 7, dado que cada sessão implicava cerca de 30 minutos de utilização da aplicação e 10 minutos adicionais para preenchimento do inquérito, o que limitou a dimensão da amostra.

A disponibilidade de apenas um headset de Realidade Virtual (*Meta Quest 2*) dificultou a realização de testes em paralelo, prolongando o processo de avaliação. Estas limitações não invalidam os resultados obtidos, mas devem ser consideradas no planeamento de trabalhos futuros.

6.4 Trabalhos Futuros

Com base nas limitações e resultados alcançados, identificam-se diversas oportunidades para evolução.

De modo a ampliar o número de utilizadores abrangidos pela aplicação, esta pode ser adaptada a diferentes dispositivos de Realidade Virtual.

No âmbito das funcionalidades da aplicação, a aplicação desenvolvida deve ser atualizada, com adição de novos pacientes e procedimentos. Revelou-se também pertinente a introdução de mecanismos adicionais de feedback temporal (por exemplo, alertas sonoros), para aumentar a utilidade do registo de tempo que é feito durante os cenários.

Assim que for obtido um parecer da comissão de ética, poderá ser difundido um novo inquérito de levantamento de necessidades, para recolher novas necessidades do público-alvo, de um modo estatisticamente representativo. Após aprovação ética, também poderá ser útil a realização de novos testes, por estudantes e docentes de enfermagem, para validar a aplicação como viável em contextos reais de ensino.

Mais tarde, a aplicação poderá ser alargada para outras áreas da saúde, transferindo o modelo gamificado para diferentes contextos formativos.

6.5 Considerações Finais

A presente dissertação permitiu demonstrar o potencial das tecnologias de Realidade Virtual, aliadas a estratégias de gamificação, como ferramentas eficazes para a formação em enfermagem. A solução desenvolvida revelou-se tecnicamente robusta, pedagogicamente promissora e eticamente alinhada com as boas práticas de investigação e desenvolvimento.

Apesar das limitações encontradas, os resultados alcançados validam o contributo do projeto para a área dos jogos sérios aplicados à saúde, abrindo caminho para novas investigações e aplicações.

Conclui-se, assim, que a integração de simulação em Realidade Virtual e gamificação representa uma abordagem inovadora e eficaz para a formação em enfermagem, potenciando o desenvolvimento de competências técnicas e motivacionais em ambiente seguro, controlado e imersivo.

Referências

- [1] GILT, 'About – Gilt'. Accessed: Mar. 15, 2023. [Online]. Available: <https://gilt.isep.ipp.pt/about/>
- [2] M. Ribeiro, A. Barata, and P. Escudeiro, 'Exploring simulation using VR as a tool for teaching nursing acts', *SEI'23 Proceedings Book*, pp. 65–75, 2023, [Online]. Available: <https://sei.dei.isep.ipp.pt/wp-content/uploads/2024/02/SEI23-LdA.pdf>
- [3] "'Exploring simulation using Vr as a tool for teaching nursing acts" | Symposium Paper Presentation - YouTube'. Accessed: Sep. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=3IoxmcXbaCM>
- [4] 'Anatomy study in VR | Application DEMO - YouTube'. Accessed: Sep. 28, 2025. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=PFRwE2nZDvM&t=36s>
- [5] J. Neto *et al.*, 'Invasive procedures and atraumatic care in pediatric nursing practice: nurses' perceptions', *Front Pediatr*, vol. 13, 2025, doi: 10.3389/FPED.2025.1543138.
- [6] M. L. Czarnecki, H. N. Turner, P. M. Collins, D. Doellman, S. Wrona, and J. Reynolds, 'Procedural pain management: a position statement with clinical practice recommendations.', *Pain Manag Nurs*, vol. 12 2, no. 2, pp. 95–111, Jun. 2011, doi: 10.1016/J.PMN.2011.02.003.
- [7] P. A. Gheshlaghi, Z. B. Farahani, S. Z. Anboohi, M. Nasiri, A. Ziapour, and V. H. Garosi, 'Effect of family presence on pain and anxiety levels among patients during invasive nursing procedures in an emergency department at a public hospital in Western Iran', *African Journal of Emergency Medicine*, vol. 11, no. 1, pp. 31–36, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.AFJEM.2020.11.003.
- [8] H. Xu and Y. Shi, 'Effectiveness of nursing care intervention for alleviation of anxiety, pain and functional improvement amongst patients undergoing ambulatory surgery: A systematic review and meta-analysis', *Pak J Med Sci*, vol. 40, no. 6, pp. 1287–1293, Jul. 2024, doi: 10.12669/PJMS.40.6.9472.
- [9] M. A. Baarslag, S. Jhingoer, E. Ista, K. Allegaert, D. Tibboel, and M. van Dijk, 'How often do we perform painful and stressful procedures in the paediatric intensive care unit? A prospective observational study.', *Aust Crit Care*, vol. 32 1, no. 1, pp. 4–10, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.AUCC.2018.04.003.
- [10] A. Obando and M. A. Pardal, 'Innovative Strategies for Pediatric Pain Management in Invasive Procedures: Role of Nursing and Non-Pharmacological Approaches', *SCT Proceedings in Interdisciplinary Insights and Innovations*, vol. 3, p. 467, Jan. 2025, doi: 10.56294/PIII2025467.

- [11] M. Cousins, K. Lane-Krebs, J. Matthews, and C. Johnston-Devin, 'Student nurses' pain knowledge and attitudes towards pain management over the last 20 years: A systematic review.', *Nurse Educ Today*, vol. 108, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.NEDT.2021.105169.
- [12] L. Coelho and S. S. dos Reis, 'Ethical Issues of Gamification in Healthcare: The Need to be Involved', *Handbook of Research on Solving Modern Healthcare Challenges With Gamification*, pp. 1–19, Dec. 2021, doi: 10.4018/978-1-7998-7472-0.CH001.
- [13] 'ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto'. Accessed: Oct. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.isep.ipp.pt/Course/Course/87>
- [14] M. Kuhrmann *et al.*, 'What Makes Agile Software Development Agile?', *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 48, no. 9, pp. 3523–3539, Sep. 2022, doi: 10.1109/TSE.2021.3099532.
- [15] P. Escudeiro and J. Bidarra, 'Quantitative Evaluation Framework (QEF)', *RISTI – Revista Ibérica de STI*, pp. 16–27, 2008. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Bidarra/publication/257579051_Quantitative_Evaluation_Framework_QEF/links/541afafc0cf203f155ae6da5/Quantitative-Evaluation-Framework-QEF.pdf#page=17
- [16] X. Xiao, Y. Xiao, and M. F. Dumlaio, 'Evaluation of Gamification on Surgical Nursing Course using Immersive Virtual Reality: A comparative study', *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 614–620, Oct. 2023, doi: 10.1145/3644116.3644217.
- [17] Instituto Politécnico do Porto, 'Regulamento do Código de Boas Práticas e de Conduta do Instituto Politécnico do Porto', *Diário da República n.º 221/2020, Série II de 2020-11-12*. Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: <https://diariodarepublica.pt/dr/detalhe/despacho/11171-2020-148327696>
- [18] European Parliament and Council of the European Union, 'Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC', OJ L 119. Accessed: Nov. 27, 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>
- [19] D. Gotterbarn, K. Miller, and S. Rogerson, 'Software engineering code of ethics', *Commun ACM*, vol. 40, no. 11, Nov. 1997, doi: 10.1145/265684.265699/SUPPL_FILE/ACM-SE-CODE-OF-ETHICS.HTML.
- [20] C. C. Oliveira and M. Azevedo, 'ETHICS AND DEONTOLOGY OF MEDICAL EDUCATION AND NURSES IN PORTUGUAL', *Reflexão & Ação*, vol. 20, pp. 192–208, doi: 10.17058/REA.V20I1.2430.
- [21] B. J. Oates, *Researching Information Systems and Computing*. SAGE Publications, 2006. [Online]. Available: <https://books.google.pt/books?id=ztrj8aph-4sC>

- [22] 'ACM Digital Library'. Accessed: Jan. 03, 2025. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/>
- [23] 'Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto: Home'. Accessed: Jan. 03, 2025. [Online]. Available: <https://recipp.ipp.pt/>
- [24] 'Consensus: AI-powered Academic Search Engine'. Accessed: Dec. 24, 2024. [Online]. Available: <https://consensus.app/>
- [25] W. G. Griswold, 'How to Read an Engineering Research Paper'. Accessed: Dec. 19, 2024. [Online]. Available: <https://cseweb.ucsd.edu/~wgg/CSE210/howtoread.html>
- [26] C. V. de Carvalho and A. Coelho, 'Game-Based Learning, Gamification in Education and Serious Games', *Computers*, vol. 11, no. 3, Mar. 2022, doi: 10.3390/COMPUTERS11030036.
- [27] D. Ambrosio Mawhirter and P. Ford Garofalo, 'Expect the Unexpected: Simulation Games as a Teaching Strategy', *Clin Simul Nurs*, vol. 12, no. 4, pp. 132–136, Apr. 2016, doi: 10.1016/J.ECNS.2015.12.009.
- [28] N. Fijačko, L. Gosak, N. Debeljak, P. Skok, G. Štiglic, and L. Cilar, 'Gamification in nursing', *Obzornik zdravstvene nege*, vol. 54, no. 2, pp. 133–152, Jun. 2020, doi: 10.14528/SNR.2020.54.2.2991.
- [29] L. Han, Q. Cao, T. Xie, X. Chen, Y. Liu, and J. Bai, 'Exploring the experience of nursing undergraduates in using gamification teaching mode based on the flow theory in nursing research: A qualitative study', *Nurse Educ Today*, vol. 107, p. 105158, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.NEDT.2021.105158.
- [30] G. P. Dos Santos Júnior, P. Escudeiro, A. Moura, and S. Lucena, 'GAMIFICAÇÃO E OS DISPOSITIVOS DIGITAIS NO ENSINO SECUNDÁRIO EM BRAGA, PORTUGAL', *Práxis Educacional*, vol. 16, no. 41, pp. 278–298, Sep. 2020, doi: 10.22481/PRAXISEDU.V16I41.7264.
- [31] E. Schlemmer, 'Games e Gamificação: uma alternativa aos modelos de EaD', *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 19, no. 2, pp. 107–124, Jul. 2016, doi: 10.5944/RIED.19.2.15731.
- [32] M. Sailer and L. Homner, 'The Gamification of Learning: a Meta-analysis', *Educ Psychol Rev*, vol. 32, no. 1, pp. 77–112, Mar. 2020, doi: 10.1007/S10648-019-09498-W/TABLES/7.
- [33] Y. K. Seo, C. M. Kang, K. H. Kim, and I. S. Jeong, 'Effects of gamification on academic motivation and confidence of undergraduate nursing students: A systematic review and meta-analysis.', *Nurse Educ Today*, vol. 143, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.NEDT.2024.106388.
- [34] S. Sanz-Martos *et al.*, 'Effectiveness of gamification in nursing degree education', *PeerJ*, vol. 12, no. 4, 2024, doi: 10.7717/PEERJ.17167.

- [35] A. Rosa-Castillo, O. García-Pañella, E. Maestre-Gonzalez, A. Pulpón-Segura, A. Roselló-Novella, and M. Solà-Pola, 'Gamification on Instagram: Nursing students' degree of satisfaction with and perception of learning in an educational game.', *Nurse Educ Today*, vol. 118, Nov. 2022, doi: 10.1016/J.NEDT.2022.105533.
- [36] E. Garrison, S. Colin, O. Lemberger, and M. Lugod, 'Interactive Learning for Nurses Through Gamification.', *JONA: The Journal of Nursing Administration*, vol. 51, no. 2, pp. 95–100, Feb. 2021, doi: 10.1097/NNA.0000000000000976.
- [37] T. C. Castro and L. S. Gonçalves, 'The use of gamification to teach in the nursing field.', *Rev Bras Enferm*, vol. 71 3, no. 3, pp. 1038–1045, May 2018, doi: 10.1590/0034-7167-2017-0023.
- [38] J. An, 'Factor Influencing Learning Outcome in Nursing Education Using Gamification: A Scoping Review', *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, vol. 28, no. 4, pp. 440–457, Nov. 2021, doi: 10.7739/JKAFN.2021.28.4.440.
- [39] A. Khaledi, R. Ghafouri, S. Z. Anboohi, M. Nasiri, and M. Ta'atizadeh, 'Comparison of gamification and role-playing education on nursing students' cardiopulmonary resuscitation self-efficacy', *BMC Med Educ*, vol. 24, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1186/S12909-024-05230-7.
- [40] A. Seymour, M. Borggren, and R. Baker, 'Escape the Monotony: Gamification Enhances Nursing Education.', *J Emerg Nurs*, vol. 49, no. 6, pp. 805–810, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.JEN.2023.06.004.
- [41] S. Y. Othman, E. Ghallab, S. Eltaybani, and A. M. Mohamed, 'Effect of using gamification and augmented reality in mechanical ventilation unit of critical care nursing on nurse students' knowledge, motivation, and self-efficacy: A randomized controlled trial.', *Nurse Educ Today*, vol. 142, Nov. 2024, doi: 10.1016/J.NEDT.2024.106329.
- [42] V. V. Márquez-Hernández, J. M. Garrido-Molina, L. Gutiérrez-Puertas, A. García-Viola, G. Aguilera-Manrique, and G. Granados-Gámez, 'How to measure gamification experiences in nursing? Adaptation and validation of the Gameful Experience Scale [GAMEX]', *Nurse Educ Today*, vol. 81, pp. 34–38, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.NEDT.2019.07.005.
- [43] J. L. Habicht, C. Kiessling, and A. Winkelmann, 'Bodies for anatomy education in medical schools: An overview of the sources of cadavers worldwide', *Academic Medicine*, vol. 93, no. 9, pp. 1293–1300, Sep. 2018, doi: 10.1097/ACM.0000000000002227.
- [44] S. Lapkin and T. Levett-Jones, 'A cost–utility analysis of medium vs. high-fidelity human patient simulation manikins in nursing education', *J Clin Nurs*, vol. 20, no. 23–24, pp. 3543–3552, Dec. 2011, doi: 10.1111/J.1365-2702.2011.03843.X.
- [45] H. A. Amin, 'The Sample Size Determination Strategy in the Simple Random Sampling Design', *Tikrit Journal of Administrative and Economic Sciences*, vol. 20, no. 68, part 2, pp. 493–505, Dec. 2024, doi: 10.25130/TJAES.20.68.2.26.

- [46] S. K. Ahmed, 'Research Methodology Simplified: How to Choose the Right Sampling Technique and Determine the Appropriate Sample Size for Research', *Oral Oncology Reports*, vol. 12, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.OOR.2024.100662.
- [47] G. L. Hickey, S. W. Grant, J. Dunning, and M. Siepe, 'Statistical primer: sample size and power calculations—why, when and how?', *Eur J Cardiothorac Surg*, vol. 54, no. 1, pp. 4–9, Jul. 2018, doi: 10.1093/EJCTS/EZY169.
- [48] 'Unity - Manual: Unity User Manual 2021.3 (LTS)'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/2021.3/Documentation/Manual/index.html>
- [49] 'Learn about Meta Quest 2 | Ajuda do Quest | Loja Meta'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: https://www.meta.com/pt-pt/help/quest/930077757778362/?srsltid=AfmBOooM7NtTaXkl_-RHmVC6GMbiBskw_6fEVe3D-kWWFBederyYFpSs
- [50] S. Y. Yang and Y. H. Oh, 'The effects of neonatal resuscitation gamification program using immersive virtual reality: A quasi-experimental study', *Nurse Educ Today*, vol. 117, pp. 105464–105464, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.NEDT.2022.105464.
- [51] Y. Y. Chang *et al.*, 'Impact of an immersive virtual reality simulator education program on nursing students' intravenous injection administration: A mixed methods study.', *Nurse Educ Today*, vol. 132, Jan. 2024, doi: 10.1016/J.NEDT.2023.106002.
- [52] F. Q. Chen *et al.*, 'Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis', *J Med Internet Res*, vol. 22, no. 9, Sep. 2020, doi: 10.2196/18290.
- [53] K. Liu, W. Zhang, W. Li, T. Wang, and Y. Zheng, 'Effectiveness of virtual reality in nursing education: a systematic review and meta-analysis', *BMC Med Educ*, vol. 23, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/S12909-023-04662-X.
- [54] D. Kiegaldie and L. Shaw, 'Virtual reality simulation for nursing education: effectiveness and feasibility', *BMC Nurs*, vol. 22, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/S12912-023-01639-5.
- [55] P. Huai, Y. Li, X. Wang, L. Zhang, N. Liu, and H. Yang, 'The effectiveness of virtual reality technology in student nurse education: A systematic review and meta-analysis.', *Nurse Educ Today*, vol. 138, Jul. 2024, doi: 10.1016/J.NEDT.2024.106189.
- [56] C. Plotzky *et al.*, 'My hands are running away – learning a complex nursing skill via virtual reality simulation: a randomised mixed methods study', *BMC Nurs*, vol. 22, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/S12912-023-01384-9.
- [57] S. Tockey, 'Functional and Nonfunctional Requirements', *How to Engineer Software*, pp. 91–114, Sep. 2019, doi: 10.1002/9781119546665.CH4.
- [58] I. Jacobson and A. Cockburn, 'Use Cases are Essential', *Queue*, vol. 21, no. 5, pp. 66–86, Oct. 2023, doi: 10.1145/3631182.

- [59] S. Arnold, J. Fujima, and K. P. Jantke, 'Storyboarding Serious Games for Large-scale Training Applications', *CSEDU 2013 - Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education*, pp. 651–655, 2013, doi: 10.5220/0004415606510655.
- [60] K. P. Jantke and R. Knauf, 'Taxonomic Concepts for Storyboarding Digital Games for Learning in Context', *CSEDU 2012 - Proceedings of the 4th International Conference on Computer Supported Education*, vol. 2, pp. 401–409, 2012, doi: 10.5220/0003947904010409.
- [61] S. White and D. Miers, *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN. Future Strategies*, 2008. [Online]. Available: https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=OZ2Td3bCYW8C&oi=fnd&pg=PA9&dq=bpmn&ots=r7-JMsy_PN&sig=g3ycBPL135gdkDZp159e3GegkEQ&redir_esc=y#v=onepage&q=bpmn&f=false
- [62] 'Firebase Documentation'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs>
- [63] 'The Octalysis Framework for Gamification & Behavioral Design'. Accessed: Sep. 12, 2025. [Online]. Available: <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>
- [64] 'Framework - The Octalysis Group'. Accessed: Sep. 27, 2025. [Online]. Available: <https://octalysisgroup.com/framework/>
- [65] 'Octalysis Tool'. Accessed: Sep. 12, 2025. [Online]. Available: <https://www.yukaichou.com/octalysis-tool/>
- [66] 'C# Guide - .NET managed language | Microsoft Learn'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>
- [67] 'Documentation for Visual Studio Code'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs>
- [68] 'GitHub Docs'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://docs.github.com/pt>
- [69] 'Início - Canva'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.canva.com/>
- [70] 'Unity - Manual: Unity's Asset Store'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://docs.unity3d.com/6000.2/Documentation/Manual/AssetStore.html>
- [71] 'Overview - Developers - Sketchfab'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://sketchfab.com/developers>
- [72] '3D Modeling Resources | Resources'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://resources.turbosquid.com/>

- [73] 'RETIRADA DE PONTOS - LABENF - YouTube'. Accessed: Sep. 13, 2025. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=LRmg-muaapY&t=124s>
- [74] A. Luiz Thomaz de Souza and B. de Oliveira Prado Sousa, *Manual de Procedimentos Básicos de Enfermagem*. 2017.
- [75] 'SODIUM CHLORIDE 0.9% = NaCl 0.9% | MSF Medical Guidelines'. Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: <https://medicalguidelines.msf.org/en/viewport/EssDr/english/sodium-chloride-0-9-nacl-16687700.html>
- [76] 'Suture Removal Kits and Surgical Sutures | Henry Schein'. Accessed: Sep. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.henryschein.com/us-en/medical/suture-removal-kits.aspx>

Anexo A – Inquérito de Levantamento de Necessidade

Neste anexo são apresentadas todas as perguntas e respostas ao Inquérito “Realidade Virtual no Ensino de Atos de Enfermagem: da Simulação à Gamificação”.

Este Inquérito foi introduzido aos inquiridos com o seguinte esclarecimento:

“Este formulário tem como único objetivo a recolha de dados que permitam aferir necessidades e perceções no âmbito do projeto "Realidade Virtual no Ensino de Atos de Enfermagem: da Simulação à Gamificação", desenvolvido pela estudante Marta Ribeiro, no contexto da unidade curricular de Dissertação, integrada no quarto semestre do mestrado em Engenharia Informática - Jogos, Sistemas Gráficos e Interativos (MEI), do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), no ano letivo de 2024/2025.

Os dados recolhidos neste questionário serão tratados de acordo com a legislação aplicável, nomeadamente o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD) e outras normas de proteção de dados vigentes. As respostas são confidenciais e serão utilizadas exclusivamente para fins de investigação no contexto deste projeto. Todos os dados serão armazenados de forma segura, por um período máximo de 12 meses, garantindo-se que apenas a equipa de investigação responsável pelo projeto terá acesso a eles e será responsável pelo seu tratamento.

Ao responder e submeter este questionário, concorda com a utilização dos seus dados nos termos descritos acima. Agradecemos antecipadamente a sua colaboração, essencial para o desenvolvimento deste projeto e para o avanço do ensino em enfermagem através de tecnologias de simulação e gamificação.

Para mais informações sobre o projeto, poderá contactar 1201592@isep.ipp.pt”

Secção “Perfil do Respondente”

Selecione a opção que se aplica:

34 respostas

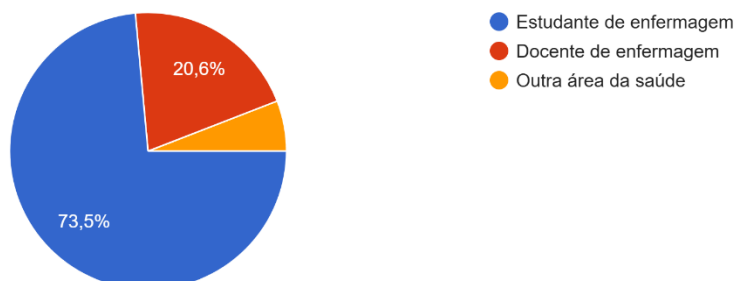


Figura 83 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente" do inquérito

Secção “Perfil do Respondente – Estudante de Enfermagem”

Selecione o seu ano ou nível atual de formação em enfermagem:

25 respostas

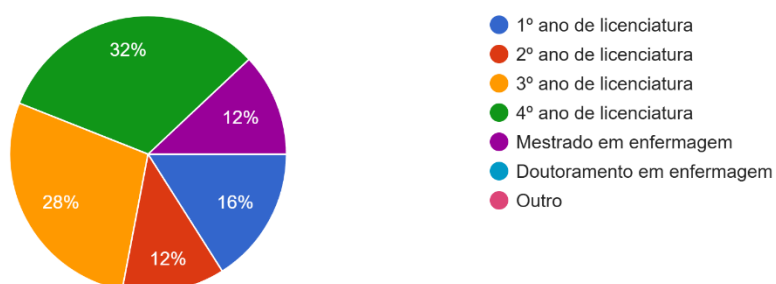


Figura 84 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Estudante de Enfermagem" do inquérito

Secção “Perfil do Respondente – Docente de Enfermagem”

Indique o número de anos de atividade docente em enfermagem:

7 respostas

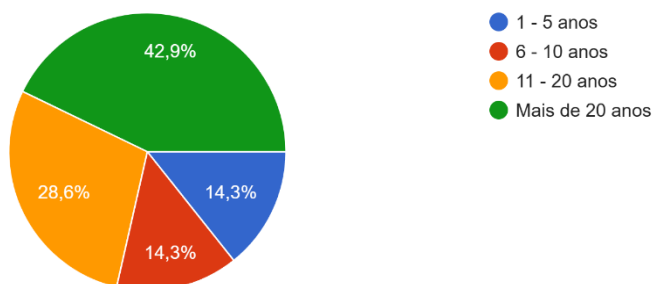


Figura 85 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Docente de Enfermagem" do inquérito

Secção "Perfil do Respondente – Outra área de saúde"

Refira a área da saúde em que se insere.

2 respostas



Figura 86 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito

Selecione a opção que se aplica:

2 respostas

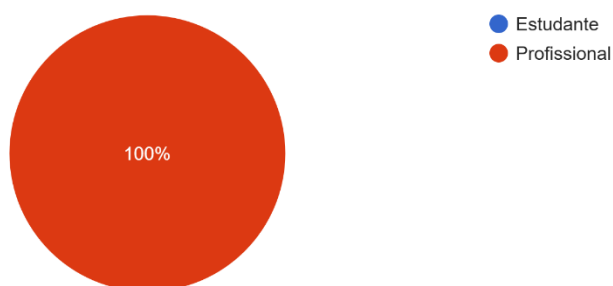


Figura 87 - Respostas à questão 2 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito

Indique o número de anos de atividade:

2 respostas

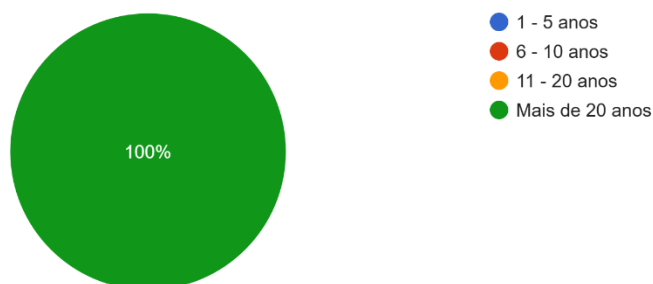


Figura 88 - Respostas à questão 3 da secção "Perfil do Respondente - Outra área de saúde" do inquérito

Secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais"

Gosta de jogar jogos digitais no computador?

34 respostas

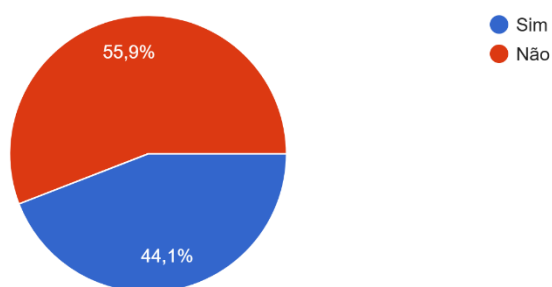


Figura 89 - Respostas à questão 1 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito

Se respondeu sim, responda, por favor, com que frequência joga habitualmente?

16 respostas

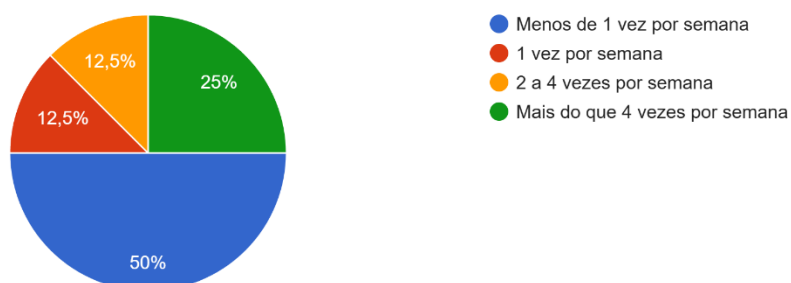


Figura 90 - Respostas à questão 2 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito

Já jogou algum jogo digital em contexto educativo, na área de enfermagem?

34 respostas

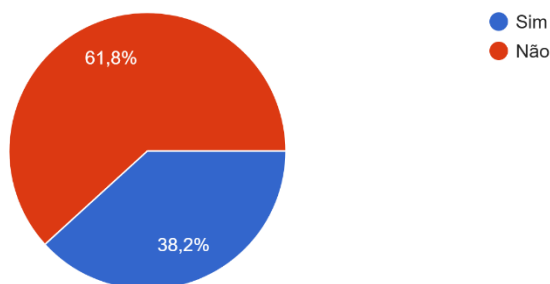


Figura 91 - Respostas à questão 3 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito

Já teve alguma experiência de jogo em realidade virtual, na área de enfermagem?

34 respostas

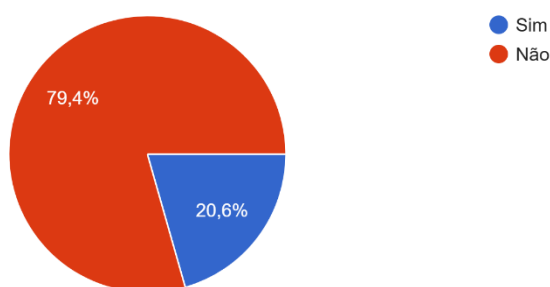


Figura 92 - Respostas à questão 4 da secção "Perfil do Respondente: Hábitos e Interesse em Jogos Digitais" do inquérito

Secção “Opinião sobre Gamificação na Educação”

Devido à complexidade técnica do termo “gamificação”, foi incluída a seguinte definição ao apresentar esta secção do inquérito:

“Gamificação é definida como o processo de aplicar elementos e mecânicas de jogos em contextos que não são tradicionalmente de jogo, como educação, trabalho ou saúde, com o objetivo de aumentar o empenho, a motivação e a aprendizagem.[32]”

Vejo a gamificação mais como uma distração do que como uma ferramenta educativa.

34 respostas

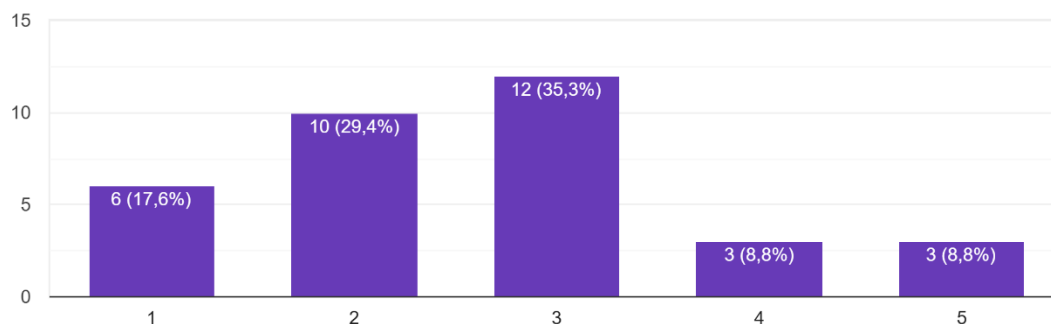


Figura 93 - Respostas à questão 1 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Considero interessante a ideia de usar gamificação no ensino de atos de enfermagem.

34 respostas

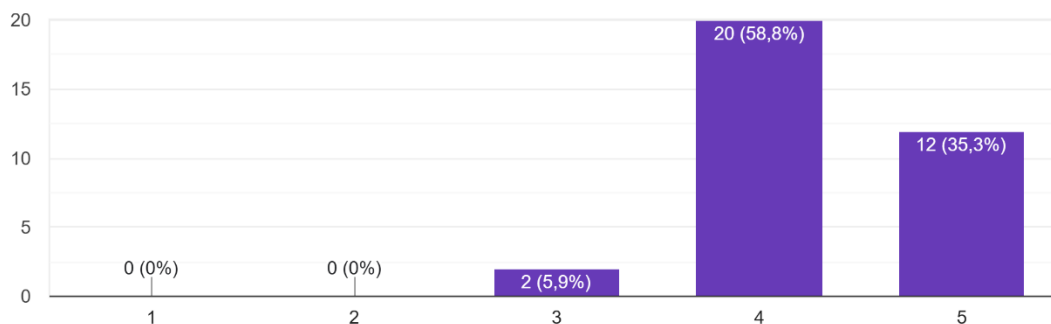


Figura 94 - Respostas à questão 2 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Acredito que a gamificação pode tornar o processo de aprendizagem mais motivador.

34 respostas

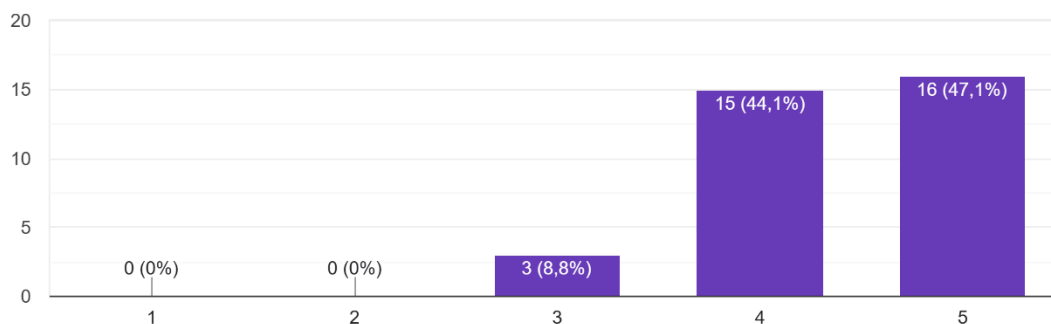


Figura 95 - Respostas à questão 3 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Penso que a gamificação pode melhorar a apreensão e compreensão de conhecimentos por parte dos estudantes de enfermagem.

34 respostas

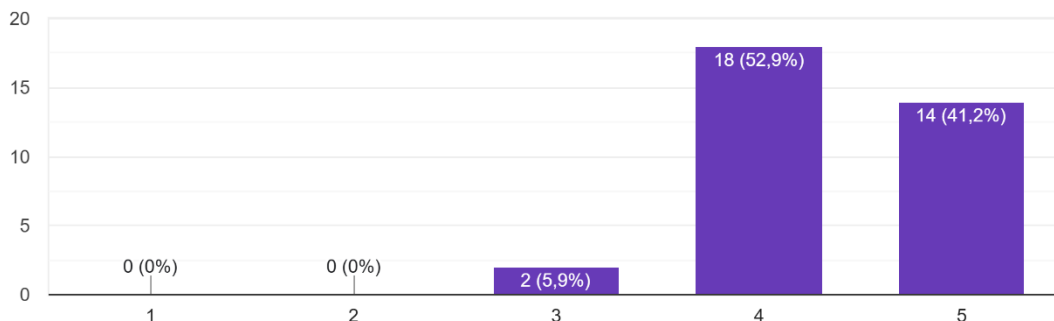


Figura 96 - Respostas à questão 4 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Sinto que a introdução de elementos de jogo na aprendizagem pode melhorar o desempenho dos estudantes de enfermagem.

34 respostas

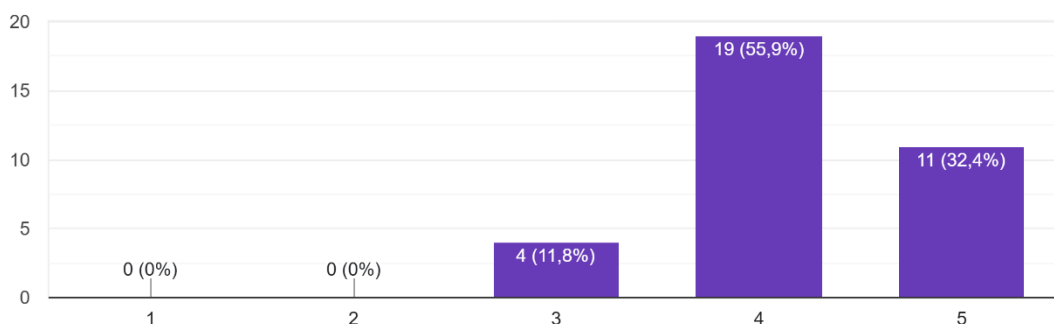


Figura 97 - Respostas à questão 5 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Acredito que a gamificação pode ajudar a complementar a formação prática especialmente em procedimentos mais invasivos (ex: suturas, administração de vacinas).

34 respostas

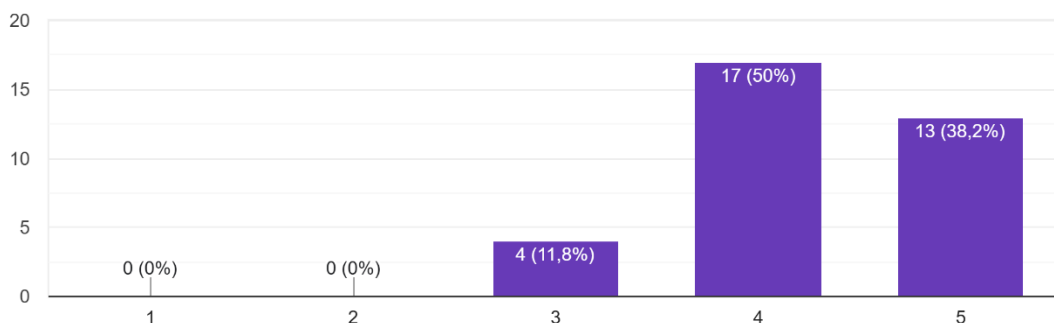


Figura 98 - Respostas à questão 6 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Penso que a gamificação pode facilitar a aprendizagem de procedimentos de enfermagem (ex: manobras de reanimação, procedimentos de diagnóstico)

34 respostas

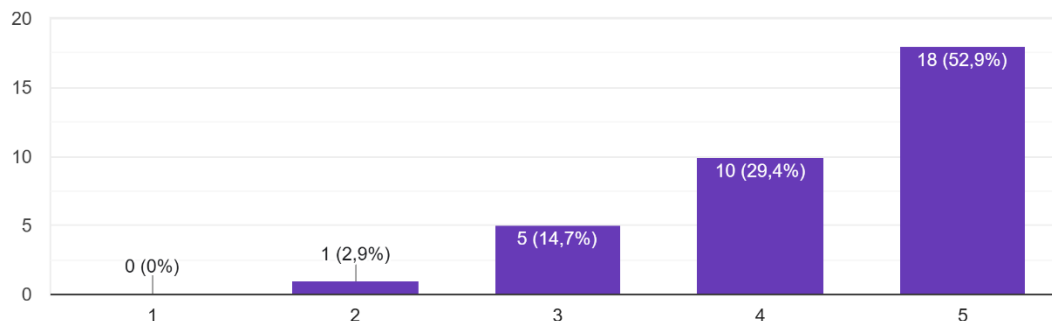


Figura 99 - Respostas à questão 7 da secção "Opinião sobre Gamificação na Educação" do inquérito

Secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação"

Quais das tecnologias referidas abaixo conhece ou já ouviu falar? (Selecione todas as que se aplicam.)

34 respostas

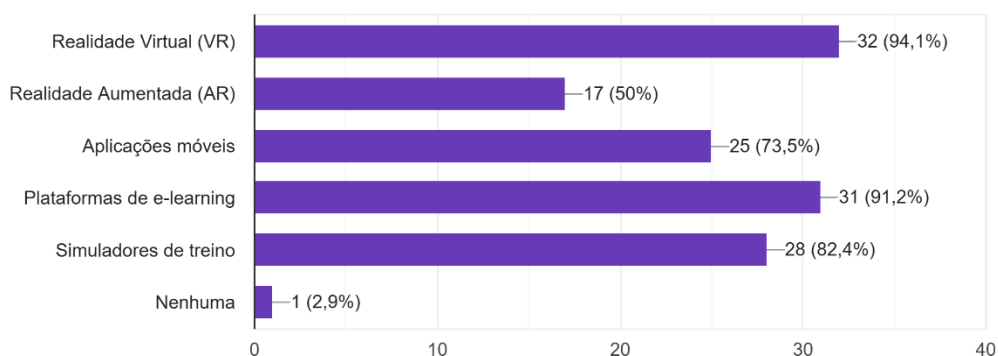


Figura 100 - Respostas à questão 1 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito

Quais das tecnologias referidas abaixo já utilizou? (Selecione todas as que se aplicam.)

34 respostas

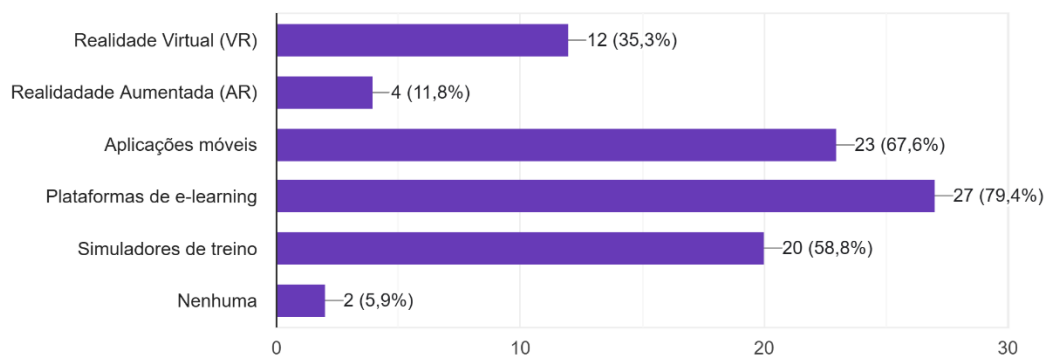


Figura 101 - Respostas à questão 2 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito

Com quais das seguintes estratégias de gamificação está familiarizado? (Selecione todas as que se aplicam)

34 respostas

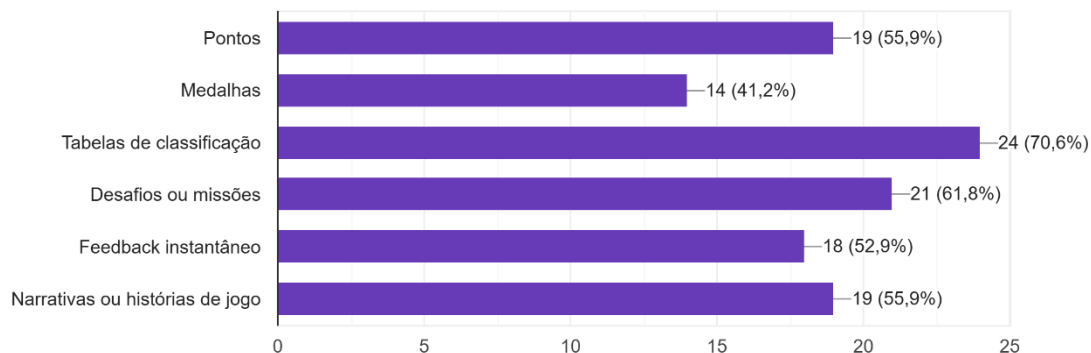


Figura 102 - Respostas à questão 3 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito

Quais das seguintes estratégias de gamificação prefere? (Selecione no máximo 3)

34 respostas

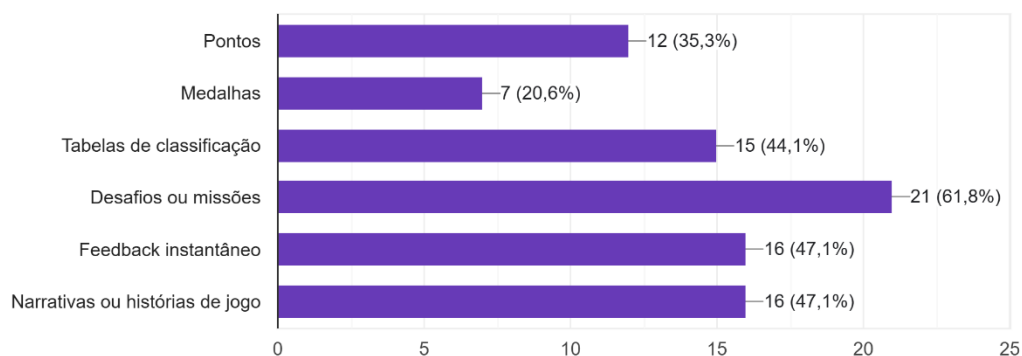


Figura 103 - Respostas à questão 4 da secção "Tecnologias e Estratégias de Gamificação" do inquérito

Secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem"

Considero viável a integração de soluções de gamificação no currículo de enfermagem.

34 respostas

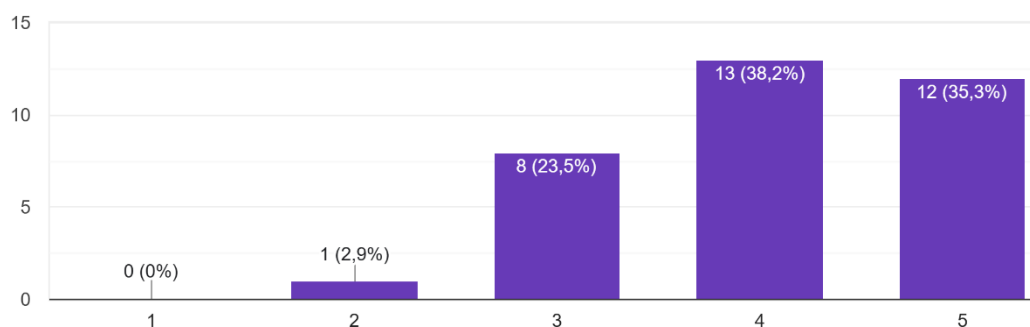


Figura 104 - Respostas à questão 1 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito

Penso que os docentes e estudantes precisam de formação específica para utilizar eficazmente uma ferramenta gamificada no ensino de enfermagem.

34 respostas

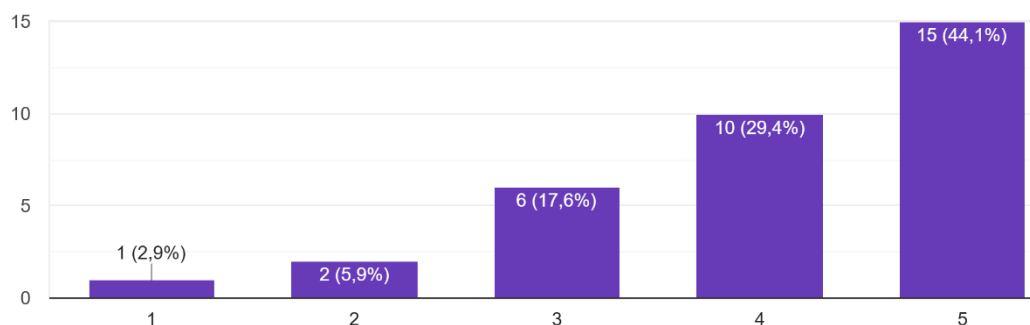


Figura 105 - Respostas à questão 2 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito

Acredito que o custo e os recursos necessários para implementar a gamificação no ensino de enfermagem podem ser um obstáculo.

34 respostas

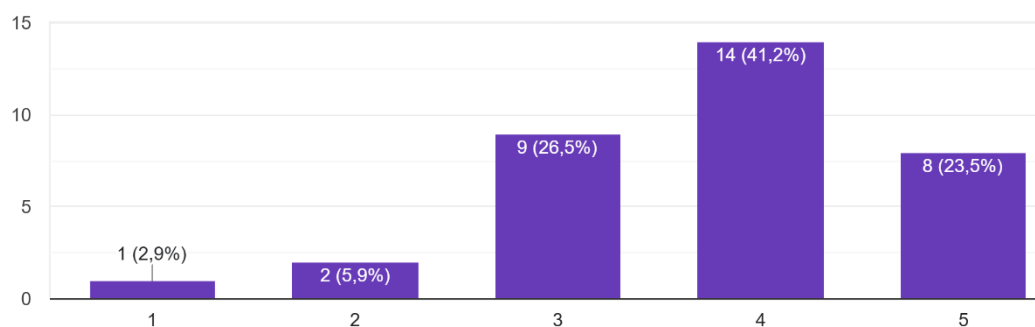


Figura 106 - Respostas à questão 3 da secção "Viabilidade da Gamificação no Ensino de Enfermagem" do inquérito

Secção “Interesse Futuro”

Autoriza ser contactado para testar e avaliar o produto resultante deste trabalho?
34 respostas

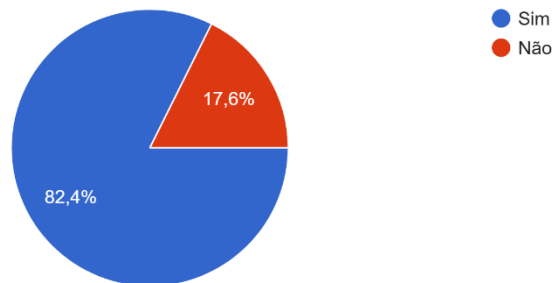
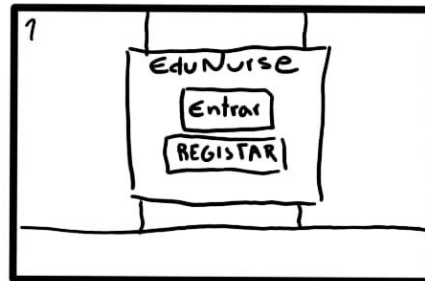


Figura 107 - Respostas à questão 1 da secção "Interesse Futuro" do inquérito

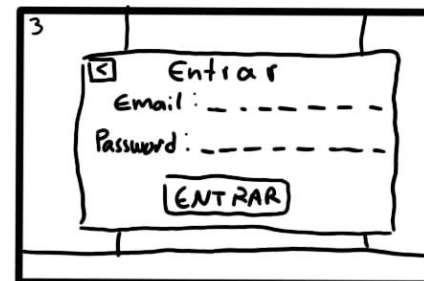
Anexo B – Storyboard Inicial (Figura 4)



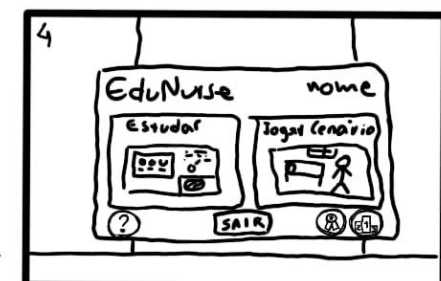
Entrar ou Registrar



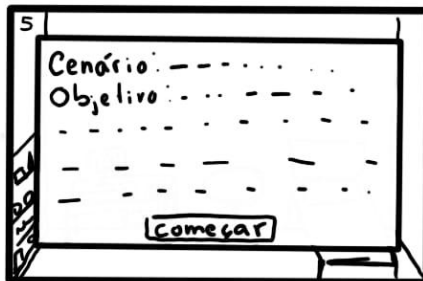
Registrar



Entrar



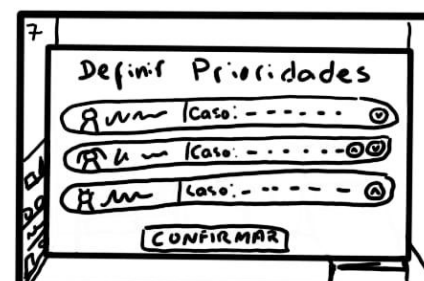
Estudar ou jogar cenário
(ou ver ajuda, conquistas, classificações)



Começar cenário



Pacientes são randomizados



Definir prioridades



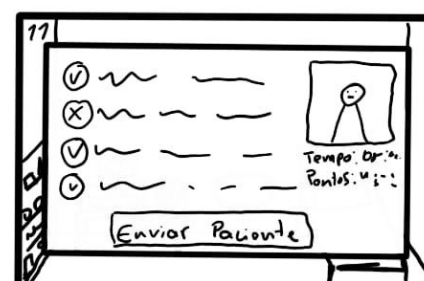
Chamar paciente



Ver caso e chamar paciente



Efetuar procedimento



Ver feedback e enviar paciente



Terminar cenário

Anexo C – Storyboard Completo (Figura 5)

1 Entrar ou Registrar

2 Registrar

3 Entrar

4 Estudar ou Jogar Cenário (ou ver ajuda, conquistas, classificação)

5 Jogar Cenário: instrução

6 Chamar paciente

7 Preparar procedimento (Lavar as mãos, preparar o tempo e pontos)

8 Lavar mãos com sabão, secar e descartar papel usado

9 Recolher materiais necessários

10 Iniciar Procedimento (é possível visualizar o feedback em tempo real e é possível ver um tutorial)

11 Executar o procedimento (de retirada de pontos de sutura), que inclui:

- Fixar saco plástico na lateral da mesa, com fita adesiva
- Calçar luvas
- Abrir kit de retirada de pontos
- Retirar ponto com pinça anatômica
- Embeber algodão em álcool
- Fazer antissepsia e abrir flaconete de solução fisiológica
- Embeber gaze em solução fisiológica, com pinça
- Limpar ferida operatória com gaze embebida em solução fisiológica, com pinça
- Retirar pontos de sutura, com pinça hemostática e tesoura cirúrgica
- Voltar a limpar ferida

12 Dar destino adequado aos materiais

13 Finalizar Procedimento

14 Visualizar resumo

15 Utilizador regressa ao menu principal

16 Visualizar conquistas

17 Visualizar tabela de classificação

Anexo D – Diagrama BPMN para o Caso de Uso "Jogar simulação de procedimento clínico" (Figura 6)

