

MESTRADO

MULTIMÉDIA - ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS INTERATIVAS E JOGOS DIGITAIS

O Metaverso na divulgação da ciência em saúde respiratória e promoção de dinâmicas de socialização inovadoras

Eduardo Cunha Bonini

M

2023

FACULDADES PARTICIPANTES:

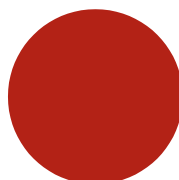
FACULDADE DE ENGENHARIA

FACULDADE DE BELAS ARTES

FACULDADE DE CIÊNCIAS

FACULDADE DE ECONOMIA

FACULDADE DE LETRAS



O Metaverso na divulgação da ciência em saúde respiratória e promoção de dinâmicas de socialização inovadoras

Eduardo Cunha Bonini

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Orientador: Emília Maria Moreira Carneiro Dias Costa (Doutora)

Coorientadores: Ana Isabel Alves de Sá e Sousa (Doutora)

Antonio Alberto Castro Baía Reis (Doutor)

Junho de 2023

© Eduardo Cunha Bonini, 2023

O Metaverso na divulgação da ciência em saúde respiratória e promoção de dinâmicas de socialização inovadoras

Eduardo Cunha Bonini

Mestrado em Multimédia da Universidade do Porto

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Maria Teresa Magalhães da Silva Pinto de Andrade (Professora Auxiliar)

Vogal Externo: Paulo Frias da Costa (Professor Auxiliar)

Orientador: Emília Maria Moreira Carneiro Dias Costa (Professora Auxiliar)

Resumo

O ConectAR é uma rede de pessoas com doenças respiratórias crónicas (DRC) e os seus cuidadores envolvidos em investigação em saúde. Até onde sabemos, não existem ambientes de metaverso em português que promovam literacia em saúde, comunicação e apoio à participação de doentes e do público em investigação em saúde. O objetivo principal do presente trabalho é desenvolver um ambiente de metaverso para a comunicação científica e consciencialização em saúde respiratória, com base nas necessidades e perspetivas de pessoas com DRC, cuidadores e investigadores, membros da Rede ConectAR.

Adotamos a metodologia *Design-Based Research* (DBR) para o desenvolvimento de um ambiente de metaverso inovador e o seu posterior teste com os três perfis de utilizadores que compõem a comunidade do projeto de investigação ConectAR: doentes, cuidadores e investigadores. A metodologia DBR permite uma abordagem iterativa e colaborativa, garantindo que o ambiente corresponda às necessidades e expectativas destes utilizadores.

Com base nos interesses e perspetivas de pessoas com DRC, cuidadores, investigadores e profissionais de saúde que fazem parte da Rede ConectAR, construímos um ambiente de metaverso com cinco espaços interseccionados, cada um oferecendo diferentes conteúdos informativos e educacionais por meio de diversas experiências visuais e sonoras. Para criar uma experiência agradável e imersiva, buscamos inspiração em parques naturais com conexão com a arte e utilizamos recursos de interação multimodal. Os resultados preliminares dos testes realizados demonstraram que o ambiente de metaverso desenvolvido é amigável e proporciona uma experiência agradável aos utilizadores. Os conteúdos apresentados foram considerados claros e relevantes pelos participantes, que relataram uma imersão satisfatória nas diferentes experiências visuais e sonoras oferecidas pelo ambiente.

Desenvolvemos um ambiente de metaverso focado na socialização, disseminação de conteúdo educacional e apoio à participação de doentes e do público em pesquisas de saúde. O ‘design’ do ambiente transporta as pessoas das suas vidas quotidianas para um espaço idílico, visando proporcionar uma experiência que combina aspetos funcionais com estética experiencial.

Nota: O presente trabalho foi redigido originalmente em português brasileiro, portanto mesmo após o processo de revisão textual, poderá apresentar construções gramaticais ou mesmo termos que não são comumente utilizados em Portugal.

Abstract

ConectAR is a network of individuals with chronic respiratory diseases (CRD) and their caregivers engaged in health research. To our knowledge, there are no metaverse environments in Portuguese that promote health literacy, communication, and support for patient and public involvement in health research. The main objective of this study is to develop a metaverse environment for scientific communication and awareness in respiratory health, based on the needs and perspectives of individuals with CRD, caregivers, and researchers who are part of the ConectAR Network.

We adopted the Design-Based Research (DBR) methodology to develop an innovative metaverse environment and subsequently test it with the three user profiles comprising the ConectAR research community: patients, caregivers, and researchers. DBR enables an iterative and collaborative approach, ensuring that the environment meets the needs and expectations of these users.

Based on the interests and perspectives of individuals with CRD, caregivers, researchers, and healthcare professionals within the ConectAR Network, we constructed a metaverse environment featuring five intersecting spaces, each offering diverse informative and educational content through a variety of visual and auditory experiences. To create a delightful and immersive experience, we sought inspiration from natural parks with artistic connections and employed multimodal interaction resources. Preliminary test results demonstrate that the developed metaverse environment is user-friendly and provides an enjoyable experience for participants. The presented content was deemed clear and relevant by participants, who reported a satisfying immersion in the distinct visual and auditory experiences offered by the environment.

Our metaverse environment is designed to foster socialization, disseminate educational content, and support patient and public involvement in health research. Its design transports individuals from their daily lives to an idyllic space, aiming to deliver an experience that seamlessly blends functional aspects with experiential aesthetics.

Trabalho financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto de referência EXPL/SAU-SER/0439/2021: ConectAR – Collaborative Network: patient and public engagement to advance respiratory disease and digital health research.

Agradecimentos

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos às pessoas que foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

Início agradecendo aos meus orientadores, pela dedicação, orientação precisa e visão aguçada em cada etapa deste trabalho. Agradeço especialmente à Professora Emília Dias da Costa, por sempre me incentivar a desenvolver um inovador e relevante. À Professora Ana Sá e Sousa, que garantiu os recursos necessários para a realização deste projeto e, com o seu olhar atento, lapidou toda a produção científica. E ao Professor António Baía Reis, pelas portas abertas a novos mundos, a cada orientação realizada.

À minha esposa Thais Guimarães Junqueira, pelo apoio constante, compreensão e crença em mim. Nos momentos difíceis, acalmou-me e incentivou, sempre lembrando que somos maiores do que os desafios que escolhemos enfrentar.

Também gostaria de expressar o meu agradecimento ao José Ricardo Barboza, técnico superior responsável pelo AVMedia - DEI, que garantiu que eu pudesse contar com os equipamentos da universidade nas diversas situações em que foram necessários.

Por fim, gostaria de agradecer à FMUP, pela oportunidade de integrar a equipa do projeto de investigação ConectAR e, com isto, impactar positivamente a vida das pessoas. E devo agradecer também o FCT, pela bolsa de investigação, apoio essencial para o desenvolvimento do presente trabalho.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Contexto e motivação.....	1
1.2 Perguntas e objetivos de investigação.....	1
1.3 Metodologia.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	3
2. Revisão bibliográfica.....	5
2.1. Sobre metaverso.....	5
2.2 Arquitetura tecnológica do metaverso.....	7
2.3 Ambientes imersivos.....	8
3. Estado da arte.....	9
3.1 Trabalhos relacionados - Casos de uso do metaverso na área de saúde.....	9
3.2 Referências de ambiente de metaverso.....	14
3.2.1 Aimesis Avalon.....	15
3.2.2 NewWays Counseling and Mental Support.....	17
3.2.3 HealthInfo Island - Health and Wellness.....	20
3.3 Racional.....	24
3.4 Definição da plataforma.....	26
3.4.1 Decentraland.....	29
3.4.2 <i>Roblox</i>	31
3.4.3 <i>Second Life</i>	33
3.4.4 <i>Spatial</i>	36
3.4.5 <i>VR Chat</i>	38
3.4.6 Conclusão.....	41
4. Métodos para a implementação do projeto.....	43
4.1 Pesquisa de utilizador.....	43
4.1.1 Público-alvo.....	43
4.1.2 Cenários de utilização.....	46
4.1.3 Definição dos requisitos.....	47

4.2 Arquitetura do ambiente virtual.....	48
4.2.1 Inventário de conteúdo	48
4.2.2 Arquitetura do sistema.....	50
4.3 Referências visuais	51
5. Construção e implementação do ambiente virtual	55
5.1 Ferramentas tecnológicas	55
5.1.1 Unity	55
5.1.2 Blender	56
5.1.3 Spatial.....	56
5.2 Desenvolvimento do protótipo	57
5.2.1 Recursos 3D.....	57
5.2.2 Construção das cenas.....	61
5.2.3. Controles e movimentação pelo ambiente virtual	67
6. Testes com utilizadores	69
6.1 Metodologia e procedimentos gerais.....	69
6.1.1 Roteiro de testes	69
6.1.2 Inquérito de usabilidade	70
6.2 Resultados	71
7. Conclusões e trabalho futuro.....	74
7.1 Satisfação dos objetivos	75
7.2 Trabalho futuro.....	78
8. Disseminação científica	81
9. Glossário.....	82
10. Referências	83
Anexo A – Inquérito	90
Anexo B – Resultados.....	96
Anexo C – Aceder ao ConectARverse	106
Anexo D – Licenças Creative Commons.....	108
Anexo E – IJUP – Resumo	110
Anexo F – SOPCOM – Resumo	112
Anexo G – Intermediartes – Artwork.....	114

Lista de figuras

Figura 1: Os quatro estágios do Design-Based Research (Reeves 2006)	2
Figura 2: Desenvolvimento do ambiente imersivo para formação de médicos cirurgiões (Izar et. al. 2017).....	9
Figura 3: Exemplo de um utilizador imerso no ambiente virtual de treinamento do sistema Elucis (à esquerda) e respetiva interface física (à direita) (Barteit et al. 2021)	10
Figura 4: Plataforma e tecnologia de realidade virtual oferecido pela Amelia Virtual Care. (Amelia Virtual Care 2023).....	10
Figura 5: Cena inicial do jogo SnowWorld (Geek Wire 2018)	11
Figura 6: (A e B) Configuração do ambiente para as reuniões.	12
Figura 7: Vista do prédio da Mayo Clinic na sua ilha virtual na plataforma <i>Second Life</i> (Mayo Clinic 2023).....	13
Figura 8: Exemplo de um dos recursos estudados por Suomi e colegas: vista da receção do “Hospital Centro Médico Completo” (Suomi et al. 2014).....	13
Figura 9: Simulação de visualização, com óculos de realidade virtual, de serviço hospitalar prestado na plataforma Aimesis Avalon (AIMEDIS 2023a)	15
Figura 10: Vista da área central da plataforma Aimesis Avalon (AIMEDIS 2023a)	16
Figura 11: Visualização do avatar robô AVA a trabalhar na plataforma Aimesis Avalon (AIMEDIS 2023b).....	17
Figura 12: Vista da sala dedicada às atividades em grupo (NewWays 2023)	18
Figura 13: Vista do ambiente em que pode-se criar uma experiência sonora própria (NewWays 2023).....	18
Figura 14: Vista do cenário onde se encontra o avatar Myke (NewWays 2023).....	19
Figura 15: Vista do Centro de Boas-vindas da HealthInfo Island (Virtual Ability 2023b)	20
Figura 16: Vista da biblioteca, onde se encontram os ecrãs que permitem aceder às informações sobre diversos tipos de doenças (Virtual Ability 2023b).....	21
Figura 17: Vista do Caminho do Apoio (Virtual Ability 2023b).....	22
Figura 18: Vista interior do espaço Painéis de Vida Saudável (Virtual Ability 2023b)	22
Figura 19: Vista do Pavilhão de Investigação (Virtual Ability 2023b)	23
Figura 20: Vista do Centro de Conferências (Virtual Ability 2023b).....	23
Figura 21: Persona 1 - Nuno Castro – Asmático (fotografia: Freepik).....	44
Figura 22: Persona 2 –Inês Gomes – Cuidadora (fotografia: Freepik)	45
Figura 23: Persona 3 – Margarida Moás – Investigadora (fotografia: Freepik)	45
Figura 24: (A) René Magritte - La Géant; (B) Salvador Dalí - Muchacha saltando a la cuerda en un paisaje	51
Figura 25: Salvador Dalí – Les elephants.....	52
Figura 26: (A) Parque da Cidade do Porto; (B) Parque de Serralves (Porto)	52
Figura 27: Antigo Teatro de Taormina.....	53
Figura 28: Televisor e rádio antigos	53

Figura 29: (A) Cadeira de Gerrit Rietveld; (B) F51 Arm Chair (Walter Gropius)	54
Figura 30: Amostra de modelos 3D de árvores utilizadas no projeto	58
Figura 31: Modelo 3D de um limoeiro	59
Figura 32: Modelos 3D de pufes e almofadas presentes no ambiente virtual.....	59
Figura 33: Modelos 3D de cadeiras de balanço presentes no ambiente denominado “Galeria” ...	60
Figura 34: Modelo 3D de painéis utilizados para a inserção de textos, imagens, vídeos, e ligações externas.....	60
Figura 35: Modelo 3D de abrigo, contendo um televisor de ecrã plano, que por sua vez alberga um tutorial em vídeo, sobre a correta utilização do inalador	61
Figura 36: Modelos 3D de médias antigas. (A) Televisor; (B) Rádio	61
Figura 37: Modelo 3D do painel com os botões de teletransporte para os demais espaços do ConectARverse.....	62
Figura 38: Evolução da textura dos painéis. Alteramos a textura de vidro translúcido (A) para a textura com maior opacidade (B).	63
Figura 39: Vista do espaço dedicado às boas-vindas e ao conteúdo relativo ao “Quem somos” .	63
Figura 40: Vista de um avatar de utilizador à assistir os depoimentos no televisor	64
Figura 41: Vista do espaço dedicado às “Dicas de Saúde e Bem-Estar”	64
Figura 42: Vista para o ecrã que alberga o vídeo, e respetivo cartão, com orientações sobre o que fazer em caso de uma crise de asma	64
Figura 43: Vista do espaço dedicado à partilha da produção científica e de conhecimentos e experiências pessoais.....	65
Figura 44: Vista do espaço dedicado à partilha de memórias e produções artísticas no âmbito do projeto de investigação ConectAR	65
Figura 45: Vista do nicho dedicado à experiência sonora	66
Figura 46: Vista da sala de reuniões, com partilha de ecrã do computador do utilizador.....	66
Figura 47: Descrição dos botões dos controles do Oculus Quest 2	67
Figura 48: Vista da tela inicial do ConectARverse, contendo as instruções sobre os controles de teclado	68
Figura 49: Aceder ao Spatial sem login, com escolha de algum avatar pré-definido pela plataforma.....	106
Figura 50: Outras opções para a realização de cadastro na plataforma Spatial	107

Lista de tabelas

Tabela 1: Análise das plataformas de metaverso para o desenvolvimento do projeto.....	40
Tabela 2: Avaliação das plataformas de metaverso para o desenvolvimento do projeto.....	41
Tabela 3: Inventário de conteúdos.....	49

Abreviaturas e símbolos

2D	Representação visual em duas dimensões
3D	Representação visual em três dimensões
API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação)
AR	Augmented Reality (Realidade Aumentada)
DAO	Decentralized Autonomous Organization (Organização Autónoma Descentralizada)
DBR	Design-Based Research (Investigação Baseada em Design)
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica
DRC	Doenças Respiratórias Crónicas
LSL	Linden Scripting Language (Linguagem de Programação da Linden)
MR	Mixed Reality (Realidade Mista)
NFT	Non-Fungible Token (Token Não Fungível)
PPI	Patient and Public Involvement (Envolvimento de Doentes e Público)
RV	Realidade Virtual (Virtual Reality)
SDK	Software Development Kit (Pacote de desenvolvimento de aplicações)
URL	Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)
XR	Extended Reality (Realidade estendida)

1. Introdução

1.1 Contexto e motivação

As doenças respiratórias crónicas (DRC), como a asma e a doença pulmonar obstrutiva crónica (DPOC) são uma fonte significativa de encargos, com aumento da morbilidade e mortalidade (GBD 2015). As tecnologias digitais podem envolver efetivamente os doentes na auto-gestão da sua doença, reduzir agudizações e melhorar a qualidade de vida das pessoas com DRC (Neves et al. 2020).

O Envolvimento de Doentes e Público (PPI - “Patient and Public Involvement”) na investigação refere-se à "realização de investigação 'com' ou 'por' membros do público (incluindo doentes, potenciais doentes, cuidadores e pessoas que usam serviços de saúde e assistência social), em vez de 'para', 'sobre' ou 'para' eles" (INVOLVE 2012). Os doentes e o público estão a participar como membros valiosos em soluções inovadoras de saúde. Em Portugal, o projeto de investigação ConectAR é a primeira rede de pessoas com DRC e os seus cuidadores que os inclui em investigação em saúde e coprodução de ferramentas digitais de saúde (Sá-Sousa et al. 2022). No PPI, um dos principais desafios é o nível de educação, formação e comunicação entre os doentes, investigadores e outros *stakeholders* do ciclo de investigação (Martineau et al. 2020). A Rede ConectAR está a desenvolver diversos canais de comunicação para melhorar a divulgação e a literacia em saúde, alcançando diferentes públicos-alvo. Um dos canais escolhidos é o ambiente virtual conhecido como metaverso.

O metaverso é um espaço virtual colaborativo e imersivo que permite interação em tempo real com o ambiente e outros utilizadores (Lee et al. 2021). Nos campos científico e corporativo, o setor de saúde tem utilizado plataformas de metaverso para aumentar a consciencialização das pessoas e até mesmo para telemedicina. No entanto, tais ambientes geralmente visam simular a realidade física e não proporcionam uma experiência interativa significativa. Até onde sabemos, não existem ambientes de metaverso em português para promover a literacia em saúde e comunicação entre doentes e investigadores e apoiar a PPI em investigação em saúde.

1.2 Perguntas e objetivos de investigação

O objetivo principal do presente trabalho é desenvolver um ambiente de metaverso para a comunicação científica e consciencialização em saúde respiratória, com base nas necessidades e

perspetivas de pessoas com DRC, cuidadores e investigadores, e dos membros da Rede ConectAR. Para direcionar esta investigação, foram estabelecidas as seguintes questões:

1. Quais os usos correntes do metaverso na área de saúde?
2. De que maneira a interação num ambiente de metaverso pode promover maior envolvimento e compreensão dos conteúdos didáticos e científicos?
3. Quais são as melhores estratégias para o desenvolvimento de ambientes virtuais no metaverso voltados para a comunicação científica?

Essas questões de pesquisa serão fundamentais para a definição e orientação desta dissertação, proporcionando intuições valiosas sobre a utilização de ambientes virtuais no metaverso como uma ferramenta inovadora para a comunicação científica.

1.3 Metodologia

Para a realização deste trabalho, adotamos uma abordagem metodológica descritiva e indutiva, buscando coletar dados para construir conceitos e hipóteses. Seguindo o modelo de Investigação Baseada em Design (Design-Based Research - DBR) proposto por Reeves, o processo inclui quatro etapas fundamentais: análise de problemas de investigação, desenvolvimento de soluções para os problemas identificados, implementação das soluções projetadas e avaliação dos resultados (Reeves 2006) (Figura 1). Descrevemos a seguir, em detalhe estas etapas aplicadas ao nosso projeto.

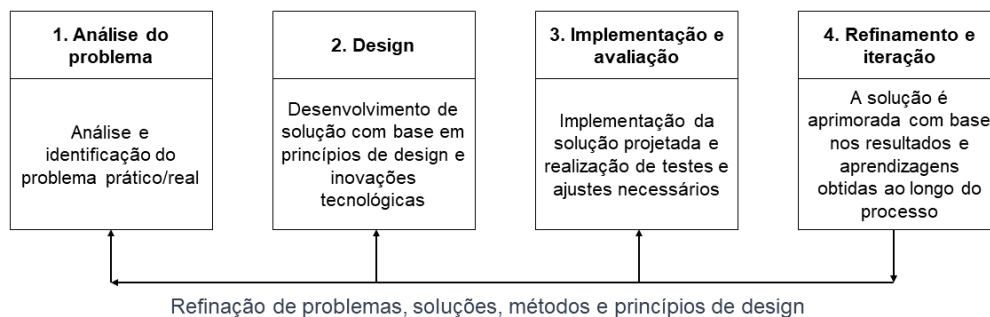


Figura 1: Os quatro estágios do Design-Based Research (Reeves 2006)

A primeira etapa, consiste na avaliação dos problemas de investigação existentes e na identificação das necessidades e desafios a serem abordados. Esta análise pode ser realizada mediante uma revisão abrangente da literatura, entrevistas ou observações preliminares. Nesta fase, utilizámos métodos qualitativos, baseados em grupos focais. Os dados primários foram coletados por meio da transcrição dos grupos focais com doentes e cuidadores, realizados na fase inicial do projeto de investigação ConectAR (Areia et al. 2022).

Na etapa seguinte, para encontrar a solução que melhor se adapta às necessidades dos membros da Rede ConectAR, estudamos os documentos de plataformas de metaverso, produzidos pelos próprios fornecedores da tecnologia.

Após a etapa de desenvolvimento, segue-se a implementação das soluções propostas. Nessa fase, as soluções são inseridas no contexto do problema, ou seja, num ambiente real, por meio da criação de protótipos, de intervenções práticas ou da implementação de uma nova abordagem num contexto específico. Durante a fase de testes do protótipo, o investigador atuou, ao mesmo tempo, como facilitador e observador.

Por fim, na etapa de avaliação são coletados dados para avaliar a eficácia das soluções implementadas. Com base nessa avaliação, as soluções são refinadas e aprimoradas por processos iterativos.

Adicionalmente, foram analisadas fontes secundárias de dados por meio de uma revisão abrangente da literatura existente, incluindo artigos, teses e outras publicações relevantes. Essas fontes complementares enriquecem a compreensão do tema em estudo.

A análise dos dados é conduzida por meio de técnicas de análise qualitativa de conteúdo, considerando os dados primários e as opiniões dos participantes nos testes de validação. Observações e anotações de campo também são consideradas contributos para a análise.

Essa metodologia permite uma compreensão aprofundada da utilização de estratégias de realidade virtual em ambiente de metaverso na promoção de saúde, de maneira a auxiliar o desenvolvimento de abordagens comunicacionais inovadoras com impacto positivo na melhoria de qualidade de vida dos doentes.

1.4 Estrutura da dissertação

Nesta secção apresentaremos um panorama da dissertação, com uma breve descrição dos capítulos que a compõe:

1. **Introdução:** nessa secção, apresentamos o contexto e a motivação do trabalho, bem como os objetivos, questões e metodologia de pesquisa a serem abordados.
2. **Revisão bibliográfica:** realizamos uma revisão abrangente da literatura sobre imersão em ambientes virtuais e metaverso, explorando os conceitos e as pesquisas mais relevantes e atuais na área.
3. **Estado da arte:** analisamos trabalhos relacionados, examinamos o uso de ambientes de metaverso na área da saúde para identificar as melhores práticas e as oportunidades de inovação. Avaliamos também as plataformas de metaverso existentes, em prol de utilizarmos a mais apropriada para atender os objetivos deste trabalho.
4. **Métodos para a implementação do projeto:** descrevemos os métodos utilizados na pesquisa de utilizador, incluindo a definição de requisitos e a criação de inventários de conteúdo. Além disso, realizamos uma curadoria de referências visuais para apoiar o processo de criação do ambiente virtual.

5. **Construção e implementação do projeto:** abordamos as tecnologias envolvidas no projeto, como Unity, Blender e Spatial, e explicamos o processo de construção e implementação do ambiente virtual, considerando as diretrizes estabelecidas.
6. **Testes com utilizadores:** apresentamos os testes realizados com os utilizadores e discutimos os resultados obtidos. Analisamos as perceções e o feedback dos utilizadores para avaliar a eficácia e a usabilidade do ambiente.
7. **Conclusões e trabalho futuro:** finalizamos o trabalho com uma discussão acerca das conclusões alcançadas, destacando as principais intuições e contributos do estudo. Além disso, apresentamos indicações para o desenvolvimento futuro do projeto, apontando possíveis direções e melhoramentos a serem explorados.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Sobre metaverso

Metaverso é um termo que se tornou conhecido recentemente impulsionado pelo crescimento do número de plataformas de realidade virtual à disposição no mercado e pelo aumento do número de utilizadores das mesmas. Acresce-se a isso o facto de ter recebido muita atenção nos média por conta da estratégia e do processo de atualização da marca institucional da empresa Meta que foi baseado na crença do seu fundador, Mark Zuckerberg, de que os ambientes virtuais em 3 dimensões serão o futuro da experiência social na ‘internet’ (Scheiding 2022; Abbate et al. 2022).

Conforme apontado por diversos trabalhos consultados para a escrita do estado da arte, o termo Metaverso foi utilizado pela primeira vez no romance de ficção científica *Snow Crash*, de Neal Stephenson, publicado em 1992 (Park and Kim 2022). No livro, o Metaverso é descrito como um mundo virtual paralelo ao mundo físico, onde as pessoas interagem entre si por meio de avatares. No entanto, interessa-nos posicionar a definição de Metaverso no mundo contemporâneo. Nesse sentido, a revisão de literatura apresenta algumas definições as quais, apesar de algumas diferenças de termos, caminham para a mesma direção.

Park e Kim definem Metaverso como “[...] uma palavra composta por transcendência meta e universo, que se refere a um mundo virtual tridimensional onde avatares se envolvem em atividades políticas, económicas, sociais e culturais.” (Park and Kim 2022). Neste sentido, Lee e colegas (Lee et al. 2021) definem o Metaverso como um ambiente virtual que mistura o físico e o virtual, processo este facilitado pela convergência entre a infraestrutura da ‘internet’, as tecnologias ‘web’ e a denominada *Extended Reality* (XR). Os autores entendem que a XR se dá por meio da integração entre os mundos físico e digital em diversos níveis (Milgram et al. 1995), nomeadamente a Realidade aumentada (AR - “*Augmented Reality*”), a Realidade mista (MR-“*Mixed Reality*”) e a Realidade virtual (VR-“*Virtual Reality*”).

Para Wei e Xiang (Wei and Xiang 2022), o conceito de MR está relacionado ao de AR, pois se trata da deteção e mapeamento do espaço físico por meio da câmara, aliado ao processamento dos dados espaciais em tempo real, para que informações virtuais, como janelas de interação, modelos 3D e imagens animadas sejam apresentadas ao utilizador no contexto da realidade física. Por outro lado, RV está relacionado à imersão em mundos totalmente sintéticos, modelados e programados pelo computador e que podem ser acessados por dispositivos que captam e permitem o rastreamento do movimento da cabeça dos utilizadores e possuem controles tangíveis (Kelly et al 2021). Por meio da atualização destes dispositivos (*VR Headsets*), os ambientes de RV oferecem aos utilizadores imersão física e psicológica e

presença no espaço virtual e, com isso, possibilitam experimentar a ilusão de realidade em um mundo virtual (Fan et al 2022).

Tais definições demarcam o território tecnológico dos respectivos conceitos e definem o seu potencial imersivo e interativo, uma vez que os dispositivos necessários para experienciar tais “realidades” são distintos, quer seja pelo aparato em si, ou na forma de utilizá-los. Por exemplo, o famoso jogo Pokémon Go faz uso de telemóveis para promover uma experiência de realidade aumentada, ou seja, cria-se um mundo virtual que opera em sincronia com o mundo físico e que pode ser acessado pelo ecrã do telemóvel. O mesmo dispositivo tecnológico, o telemóvel, pode ser utilizado numa experiência imersiva em realidade virtual, por meio, por exemplo, do Google Cardboard. Portanto, para além dos dispositivos, o que caracteriza o metaverso são as suas propriedades, que vamos apresentar melhor a seguir.

O investigador do laboratório de Realidade Mista da Universidade de Nottingham, Steve Benford, que possui experiência prévia em desenvolvimento de ambientes virtuais colaborativos e trabalhou para estabelecer os conceitos iniciais sobre o tema (Greenhalgh and Benford 1995), propõe que, para ser considerado metaverso, o ambiente possua as cinco características seguintes (Buchholz et al 2022):

1. Ser um **mundo virtual** em 3D e com som espacial, que pode ser explorado por meio da utilização de algum dispositivo tecnológico (telemóvel, consola de videojogo, dispositivo de realidade virtual) e também ser imersivo;
2. Necessitar de um **dispositivo de realidade virtual** para ser experienciado em sua plenitude;
3. Ser uma **experiência social**, sendo, portanto, necessário que outras pessoas o utilizem em conjunto;
4. Existir apesar dos utilizadores, ou seja, o ambiente virtual deve estar à disposição para quando os utilizadores quiserem acessá-lo. Este mundo deve, então, **persistir**, mesmo quando não acessado;
5. Existir alguma **conexão entre o mundo virtual e o mundo físico**, ou seja, o mundo virtual deve representar o físico, em alguma instância, pois o metaverso é uma espécie de gémeo digital do mundo físico.

Percebe-se, com as características referidas acima, que o metaverso se dá pela união dos requisitos tecnológicos que lhe conferem sustentação e forma, com os aspetos sociais, que por sua vez promovem a originalidade em relação a um ambiente virtual *per se*. Esta visão é reforçada por Chen e colegas (Chen et al. 2022), que entendem que o fenómeno do metaverso possui dois percursos de estudo, ou categorias, que tangenciam o utilizador: a camada de serviço e a camada de tecnologia. A primeira está relacionada à experiência do utilizador e os aspetos sociais das plataformas de metaverso, ou seja, o que as pessoas podem realizar no mundo virtual, especialmente em termos de como as pessoas vivenciam o quotidiano nestes ambientes.

Num artigo de 2009, Messenger e colegas defendem que a principal característica de um metaverso é, justamente, o potencial para a construção de comunidades (Messinger et al. 2009). O estudo parte do princípio que os precursores do metaverso são os videojogos e as redes

sociais e, chega à conclusão que os mundos virtuais mais significativos daquele momento não se concentram em nenhum propósito ou atividade especial. Embora a decisão de participar de mundos virtuais de objetivo aberto tenham motivações variadas, um fio comum parece ser o aprimoramento da vida social ou profissional real dos membros.

Por fim, outra característica importante do metaverso é a interoperabilidade dos seus sistemas, ou seja, o facto de as diferentes plataformas de metaverso possuírem a capacidade de conectarem-se, permitindo que o utilizador navegue por elas com uma mesma coleção de elementos que o caracteriza ou que ele possui (o mesmo avatar, os seus movimentos e expressões, além dos objetos virtuais adquiridos). Portanto, seria a interoperabilidade capaz de promover a conectividade e a colaboração entre os diversos espaços virtuais, permitindo que os utilizadores atravessem fronteiras e explorem diferentes experiências dentro do metaverso (Buchholz et al. 2022).

2.2 Arquitetura tecnológica do metaverso

O estudo do metaverso do ponto de vista tecnológico é importante não só por ser uma das características que lhe conferem identidade, mas especialmente para percebermos o seu potencial para a construção de novas experiências e comunidades digitais.

Sanjaya e colegas (Sanjaya et al. 2022) apresentam os cinco aspetos técnicos de uma plataforma de metaverso:

1. Plataforma e servidor: por se tratar de um ambiente com diversos utilizadores síncronos, o sistema deverá ser alojado em um ambiente seguro que permita diversos acessos, a todo momento. E este sistema, ou plataforma, deverá deter um motor de renderização de visualizações em 3D e a possibilidade de programar interações.
2. Salas de exibição: o nome é dado aos ambientes virtuais nos quais os utilizadores irão vivenciar as suas experiências.
3. Conteúdos em 3 dimensões: a imersão no metaverso se dá pela simulação de espaço, portanto os conteúdos visuais e os auditivos devem contar com o recurso da tridimensionalidade.
4. Conexão entre as salas de exibição: o utilizador deve ter a liberdade para explorar diferentes ambientes virtuais presentes na plataforma.
5. Infraestrutura de comunicação e transação: considerando a característica de gémeo digital do metaverso, é importante que seja possível que os utilizadores façam transações na plataforma em que se encontram. Estas transações podem ser de comercialização de espaços, terrenos e itens digitais (a depender da lógica de funcionamento da plataforma). Além disso, é importante que haja meios de comunicação com outros sistemas baseados na internet via Interface de Programação

de Aplicações (APIs - “Application Programming Interface”) e mesmo o mundo físico, por meio de sistemas de internet das coisas (IoT - “Internet of Things”).

2.3 Ambientes imersivos

Uma característica chave dos ambientes de realidade virtual é o seu potencial de imersão. Do ponto de vista tecnológico, imersão é a capacidade de um computador oferecer uma vasta envolvimento dos sentidos humanos, e uma vívida ilusão da realidade (Slater and Wilbur 1997; Fan et al. 2022). Nesse sentido, os autores estão a discutir a capacidade dos ecrãs de computador de criarem uma ilusão abrangente, imersiva e realista da realidade para os sentidos de um utilizador humano.

As tecnologias imersivas tornam mais ténues os limites entre realidade física e a virtual, pois criam um ambiente digital multissensorial (principalmente visual e auditivo) que estende ou substitui totalmente o ambiente real do utilizador por conteúdo digital. Essa tecnologia tem esfumado a fronteira entre o mundo físico e o mundo simulado, criando assim uma sensação de imersão (Daassi and Debbabi 2021).

A imersão possui, ainda, um ponto de vista psicológico essencial. A tecnologia disponibiliza a infraestrutura necessária para a modelagem e experimentação do ambiente imersivo, porém a experiência imersiva possui um sentido mais amplo, pois está mais relacionado com o facto do utilizador estar cercado pelos elementos do ambiente imersivo do que de facto estar nele presente (Fan et al. 2022).

Janet Murray, estudiosa de renome das narrativas interativas, enfatiza que a imersão não se limita apenas à tecnologia que proporciona uma ilusão de realidade, mas está relacionada com a sensação de estar completamente imerso no ambiente virtual (Murray 1997). Ela argumenta que a imersão ocorre quando os elementos do ambiente virtual envolvem e capturam a atenção do participante, fazendo com que ele se sinta envolvido e conectado com o mundo virtual. Segundo ela, “quanto mais imersivo o ambiente, mais ativos queremos ser dentro dele”. Murray nomeia essa característica como “princípio de ação”, pois está relacionado à capacidade dos utilizadores tornarem-se agentes ativos no ambiente, potencializando assim a sensação de realidade.

3. Estado da arte

3.1 Trabalhos relacionados - Casos de uso do metaverso na área de saúde

De acordo com a categorização de tipos de metaverso, utilizada por Skalidis e colegas, entendemos que o presente projeto se enquadra na categoria de mundos virtuais, ou seja, ambientes imersivos para serem explorados e experienciados por meio de um avatar pessoal (Skalidis et al. 2022). Nesse sentido, nosso foco de atenção recairá sobre os casos de uso e projetos existentes para este tipo de aplicação, no âmbito da medicina e cuidados com a saúde.

Foram encontrados diversos estudos sobre o uso de ambientes imersivos em realidade virtual na formação de estudantes de medicina e cirurgiões. Izar e colegas apresentam um projeto realizado com a tecnologia de vídeo em 360° aliada a técnicas de realidade virtual para a construção de um ambiente imersivo (uma sala de cirurgia), utilizado na formação de médicos cirurgiões (Izar et al. 2017) (Figura 2).

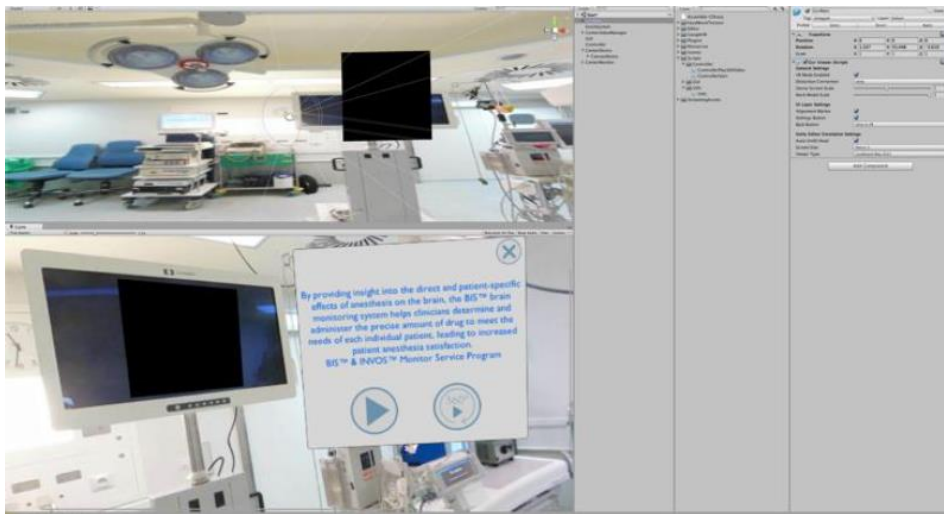


Figura 2: Desenvolvimento do ambiente imersivo para formação de médicos cirurgiões (Izar et. al. 2017)

Ulbrich e colegas também defendem o uso de ambientes imersivos em realidade virtual como uma eficiente ferramenta para planejamento de cirurgias (Ulbrich et al. 2023). Barteit e colegas, realizaram um extenso mapeamento de usos de ambientes imersivos espaciais (360° ou 3D), e chegaram à conclusão que os médicos conseguem estar mais focados no desenvolvimento da componente prática quando estão imersos em ambientes que simulam a

tridimensionalidade (Barteit et al 2021) (Figura 3). Em simultâneo, este tipo de treino tem sido relatado como uma ferramenta aprazível para os aprendizes desenvolverem as suas capacidades.

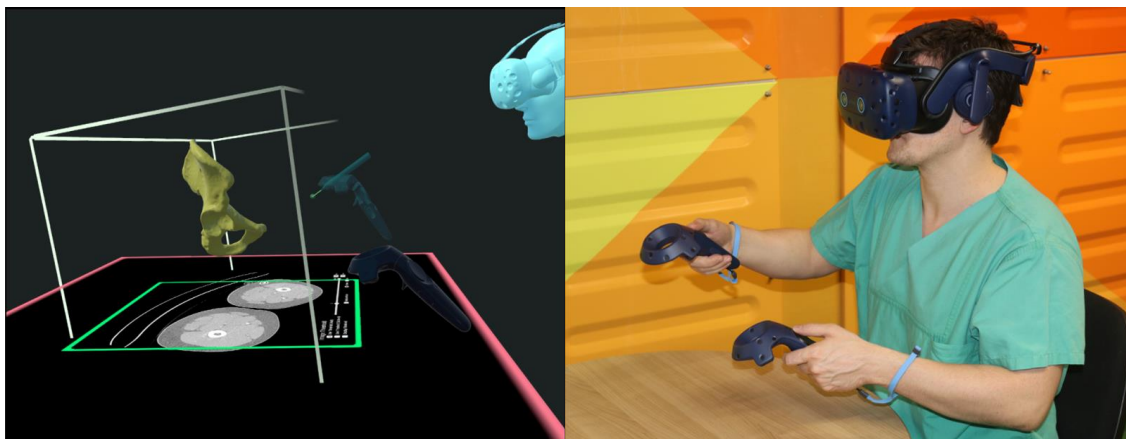


Figura 3: Exemplo de um utilizador imerso no ambiente virtual de treinamento do sistema Elucis (à esquerda) e respetiva interface física (à direita) (Barteit et al. 2021)

Durante a pandemia causada pela COVID-19, foram observadas diversas utilizações da realidade virtual pela medicina. Pallavicini e colegas relatam diversos usos de tecnologia imersiva para o tratamento de distúrbios causados por stresse, ansiedade e depressão. Inclusive, existem soluções comerciais destinadas ao tratamento mais alargado de doenças psicológicas, envolvendo também fobias e distúrbios de alimentação (Pallavicini et al. 2022). Um exemplo é o *Amelia Virtual Care* (Figura 4), uma plataforma de realidade virtual cujo propósito é ser uma ferramenta para terapeutas profissionais utilizarem junto às pessoas com doenças psicológicas. A empresa oferece os óculos de realidade virtual, um sensor de resposta eletrodérmica para medir o nível de stresse dos doentes durante a imersão e, claro, uma plataforma com diversas experiências em realidade virtual, previamente modeladas, e programas para tratamentos diversos (fobias, mindfulness, medo de falar em público, etc).

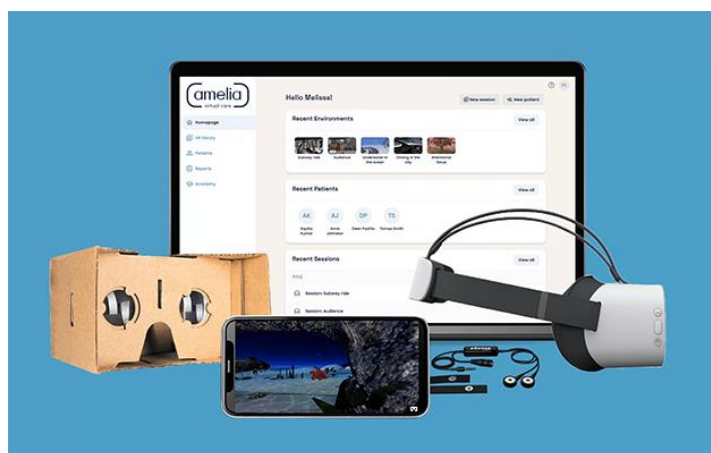


Figura 4: Plataforma e tecnologia de realidade virtual oferecido pela Amelia Virtual Care. (Amelia Virtual Care 2023)

Existem estudos que sugerem a utilização da realidade virtual como um complemento ao tratamento de curto prazo para dores físicas (Ahmadpour et al, 2019). Os autores citam o exemplo do jogo *SnowWorld*, criado por Hunter Hoffman e David Patterson, utilizado em hospitais por doentes em estado grave, por sofrerem queimaduras graves na pele. A mecânica do jogo é simples, quando o jogador coloca os óculos de realidade virtual e inicia o jogo, vê-se inserido numa montanha gelada, coberta por neve, e deve atirar bolas de neve a pinguins que estão a se aproximar (Figura 5). O objetivo é desviar a atenção do doente para uma experiência agradável e diminuir, assim, a sensação de dor física.



Figura 5: Cena inicial do jogo SnowWorld (Geek Wire 2018)

Os exemplos acima mencionados são úteis para ilustrar um breve panorama da utilização da realidade virtual em medicina. Porém, como o nosso objeto de estudo concentra-se em experiências colaborativas de saúde em plataformas de metaverso multiutilizadores, a partir de agora iremos avaliar projetos neste âmbito específico.

Os ambientes de realidade virtual também podem ser utilizados para o trabalho colaborativo. Em 2021, Sadeghi e colegas apresentaram os resultados de uma experiência realizada com médicos das equipas de cardiologia e cirurgia cardiorácica do Centro Médico Universitário Erasmus (Sadeghi et al 2021) (Figura 6).

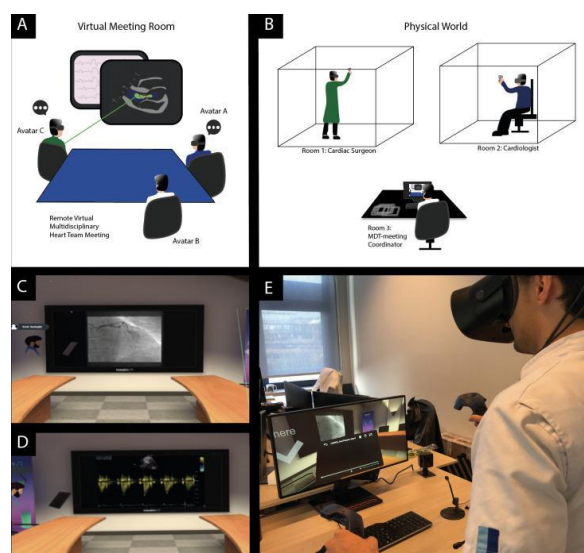


Figura 6: (A e B) Configuração do ambiente para as reuniões.
(C, D e E) Realização da experiência e da tecnologia utilizada (Sadeghi et al, 2021)

A experiência foi realizada para avaliar a efetividade da utilização de ambientes virtuais para reuniões de trabalho e investigação, em detrimento dos encontros presenciais (o estudo foi realizado em plena pandemia). A maioria dos participantes da experiência (90%) consideraram positiva a utilização de realidade virtual para a realização da reunião, e preferiram esse formato em detrimento dos sistemas de chamada de vídeo, pelo potencial interativo disponibilizado (Sadeghi et al. 2021).

A nível do universo das plataformas abertas a diversos utilizadores, Marge Benham-Hutchins, no seu estudo sobre a utilização do *Second Life* com estudantes de enfermagem, refere projetos ligados a centros de saúde de países como os Estados Unidos da América e Inglaterra, e mesmo universidades, que oferecem ambientes onde os avatares dos utilizadores podem visualizar informações em quiosques, assistir a vídeos e visitar réplicas virtuais de instalações de saúde do mundo real (Benham-Hutchins and Lall 2015). Também é possível ter a experiência de exames físicos simulados e intervenções de saúde. Esse tipo de experiência permite a aproximação entre as entidades promotoras de saúde ou conhecimento, os profissionais e investigadores em saúde, estudantes e, claro, a população em geral. Outro ponto importante é o impacto da experiência da utilização do *Second Life* pelos estudantes como ferramenta de socialização (os ambientes virtuais podem ser utilizados como pontos de encontro e fóruns de apoio a doentes, por exemplo) e disseminação de conhecimento (ao visitarem os ambientes citados, puderam participar de eventos e assistirem palestras em tempo real e fazer perguntas aos especialistas presentes).

A plataforma *Second Life* possui outras iniciativas parecidas com as descritas acima. A Mayo Clinic, organização sem fins lucrativos sediada nos Estados Unidos da América e dedicada à prática clínica, educação e pesquisa em saúde, está presente na plataforma de metaverso há mais de 10 anos. Na sua ilha, como é chamada, são realizadas conferências e

encontros sobre cancro e doenças cardíacas (MedCity News 2010), abertas a qualquer utilizador interessado em participar (Figura 7). O ambiente conta também com uma livraria.



Figura 7: Vista do prédio da Mayo Clinic na sua ilha virtual na plataforma *Second Life* (Mayo Clinic 2023)

Suomi e seus colegas realizaram uma revisão das atividades de saúde no *Second Life*, e encontraram, na altura, um total de 24 recursos de saúde, assim chamadas as entidades ou grupos de pessoas que se dedicam à promoção e consciencialização de saúde na plataforma, (Suomi et al. 2014) (Figura 8). Entre os perfis de recursos, encontravam-se grupos ligados à informação sobre gravidez e maternidade, apoio de pares e informações a respeito de alcoolismo, apoio de pares e informações para pessoas com deficiência e grupos dedicados à recolha de donativos em prol de organizações e campanhas pró-saúde. Já os recursos de perfil institucional, em geral, estavam dedicados à disseminação de conhecimento e informação sobre cancro, autismo, demência, diabetes e doenças mentais.



Figura 8: Exemplo de um dos recursos estudados por Suomi e colegas: vista da receção do “Hospital Centro Médico Completo” (Suomi et al. 2014)

Os casos de uso mapeados reforçam o potencial de socialização, trabalho colaborativo e disseminação de conhecimento, especialmente por meio de atividades síncronas. Uma vez criado o ambiente, ele pode ser visitado pelas pessoas autorizadas, tratando-se de ambientes destinados a utilizadores registados, ou por qualquer utilizador que faça parte da plataforma, no caso de plataformas abertas. Contudo, um ponto chama a atenção, especialmente nos casos de uso de plataformas abertas: os ambientes podem ser visitados e explorados por qualquer utilizador, no entanto, muitas das funcionalidades dependem da existência de algum utilizador com permissões de administrador para operá-las (por exemplo, o professor ou instrutor que irá proferir a palestra), ou então alguém da equipa que se dedique a atender os utilizadores quando chegam aos ambientes.

Com a evolução dos sistemas de inteligência artificial e a possibilidade de integração destes sistemas nas plataformas de metaverso, os ambientes de realidade virtual poderão oferecer experiências mais potentes e interessantes. No artigo sobre sistemas inteligentes de saúde, Yang e seus colegas realizam um mapeamento da integração da ciência de dados com sistemas de inteligência artificial e a sua aplicação em diversas esferas da saúde, desde a gestão de hospitais e dos recursos humanos e materiais, até a acuraria de diagnósticos e auxílio na descoberta de novos fármacos (Yang et al. 2022). Após o mapeamento, foram identificados desafios futuros da integração desses sistemas, que atuam maioritariamente no mundo físico, ao universo virtual. Entre os mais relevantes para o presente projeto, encontra-se a proposta de utilização de robôs para melhorar a relação entre hospitais e doentes, em que os sistemas de inteligência artificial poderão manter conversas, explicar diagnósticos, esquemas e procedimentos hospitalares. Por fim, a telemedicina e o pós-atendimento poderão ser melhor explorados.

Entendemos, portanto, que existe oportunidade para inovar na criação de um ambiente virtual que além da imersão espacial, promova, também, outros tipos de interações com o utilizador, como aceder a conteúdos mediáticos sobre DRC, conversar com um avatar-robô, conhecer e colaborar com outras pessoas, participar em eventos e interagir com uma instalação artística.

3.2 Referências de ambiente de metaverso

A construção de ambientes de metaverso visando albergar comunidades virtuais é um assunto novo e carece de bibliografia específica que lhe aporte densidade. Porém, há iniciativas promovidas por particulares ou empresas, em prol de construir ambientes que permitam às pessoas interagir e partilhar informações, participar em eventos e outras atividades (como colaborar num projeto, jogar, etc). Portanto, no nosso entendimento, os ambientes criados no metaverso que incentivem o retorno dos utilizadores com certa frequência, proporcionando atividades que lhes serão de interesse, podem ser considerados como referências para o presente projeto.

Sendo assim, analisámos três ambientes de metaverso focados em saúde que entendemos serem referências para o desenvolvimento do presente projeto: *Aimedis Avalon*, *NewWays Counseling and Mental Support* e *HealthInfo Island - Health and Wellness*. Esses ambientes estão descritos de seguida.

3.2.1 Aimedis Avalon

A *Aimedis*, fundada por dois médicos e com sede nos Estados Unidos da América, Países Baixos e Emirados Árabes, é uma empresa dedicada à saúde digital e lançou ao final do ano passado uma plataforma de metaverso dedicada à medicina e à saúde como um todo, intitulada *Avalon*.

Segundo documentação da própria *Aimedis*, o objetivo da *Avalon* é ser um ambiente capaz de unir todos os intervenientes nos cuidados de saúde, nomeadamente, hospitais, clínicas, indústria farmacêutica, médicos, enfermeiros, estudantes e doentes (AIMEDIS 2023a). A proposta é tão abrangente que prevê que os familiares também interajam com a plataforma, e que possam ser criados grupos autónomos de apoio. Com um âmbito tão alargado de perfis de utilizadores, há a expectativa de interesses e usos diversos, portanto a plataforma pretende promover atividades como realização de consultas, terapias, interação social, educação, formação médica, ambientes para reabilitação e mesmo atividades de bem-estar.

O primeiro ponto de interesse dessa plataforma para o presente trabalho enquanto parte do projeto de investigação ConectAR, é relativo à facilidade de acesso à plataforma sem recurso a dispositivos de realidade virtual. Apesar do uso de óculos de realidade virtual ser a experiência mais recomendada (Figura 9) para que o grau de imersão seja superior, também é possível aceder à plataforma pelo computador pessoal e dispositivos móveis (tablet e telemóvel). Isto é possível graças à estrutura tecnológica subjacente, uma vez que a plataforma está a ser desenvolvida pela própria empresa, e não a partir de alguma plataforma pré-existente no mercado.

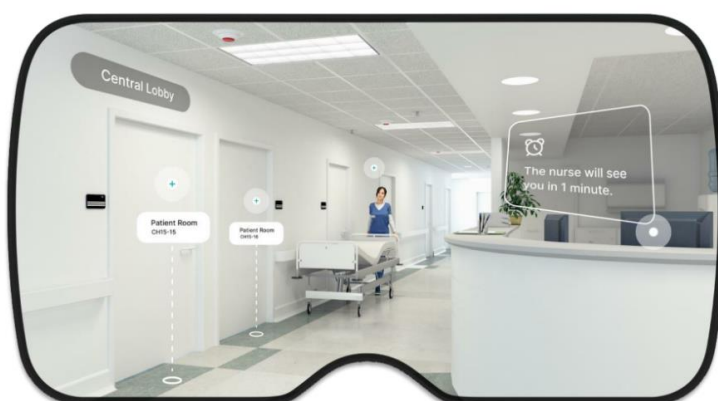


Figura 9: Simulação de visualização, com óculos de realidade virtual, de serviço hospitalar prestado na plataforma Aimedis Avalon (AIMEDIS 2023a)

O segundo ponto de interesse é o facto da plataforma funcionar como um gémeo digital, ou seja, ela foi criada para espelhar o mundo físico, oferecendo uma diversidade de ambientes relativos ao universo da saúde. O cenário principal da plataforma é a *Aimedis Avalon Health City*, onde é permitido ao utilizador, por meio do seu avatar, explorar os ambientes disponíveis e também dirigir-se ao espaço do seu interesse (hospital, clínica, consultório, espaço de bem-estar, etc.) (Figura 10). E, como em qualquer plataforma de metaverso, se o utilizador tiver interesse, poderá também conhecer pessoas e dialogar.



Figura 10: Vista da área central da plataforma Aimedis Avalon (AIMEDIS 2023a)

O terceiro ponto de interesse é relativo à experiência do utilizador. Uma vez que o objetivo principal da *Aimedis Avalon* é o atendimento aos doentes e apoio aos seus familiares, a plataforma conta com uma assistente virtual, um avatar com integração de um sistema de inteligência artificial (Figura 11). Um dos riscos dos sistemas de metaverso, do ponto de vista social, é que sem pessoas para interagirem no ambiente, e considerando que não haja jogos ou outro tipo de desafio para vencer, a plataforma perderá rapidamente a perceção de valor. Isso ressalta-se em ambientes com carácter funcional, pois não faria sentido fazer o utilizador esperar por alguém do mundo físico aceder à plataforma ao mesmo tempo que ele para o atender. Com a presença da assistente virtual, os doentes, médicos e investigadores têm apoio a todo momento, podendo interagir por *chat* ou mensagem de voz, de forma natural, minimizando o impacto de interagir com um robô.



Figura 11: Visualização do avatar robô AVA a trabalhar na plataforma Aimesis Avalon (AIMEDIS 2023b)

3.2.2 NewWays Counseling and Mental Support

Criado no *Second Life* há mais de 14 anos, este ambiente tem como propósito oferecer apoio psicológico gratuito para utilizadores da plataforma por psicoterapeutas certificados (Beard 2009). Na sua descrição, o criador apresenta a *NewWays* como uma iniciativa privada sem fins lucrativos, porém de manutenção custosa. Assim, cobram 800 L\$ (a criptomoeda do *Second Life*) por uma sessão de 1 hora, mediante agendamento. Para atividades em grupo, os encontros são realizados às terças-feiras (Figura 12).

O ambiente virtual da *NewWays Counseling and Mental Support* faz parte de um projeto maior, o *Sunshine Therapy Garden*, que oferece outras atividades, como meditação, tai chi, tigelas tibetana, templo budista e islâmico, um piano disponível para que o utilizador toque à vontade e terapia de renascimento (NewWays 2023).



Figura 12: Vista da sala dedicada às atividades em grupo (NewWays 2023)

O ambiente em si, com sons da natureza, foi construído para que o utilizador possa relaxar. À semelhança da plataforma *Aimedis Avalon*, porém em menor escala, este ambiente virtual está organizado em espaços diversos, cada qual dedicado a um tema específico e propondo algum tipo de atividade interativa. Por exemplo, é possível que o utilizador interaja com tigelas tibetanas num dos espaços do ambiente virtual dedicadas à terapia sonora (Figura 13). Ao fazer com que o avatar toque nas tigelas, elas passam a emitir o respetivo som com que cada uma foi programada, podendo assim criar a própria composição harmónica.

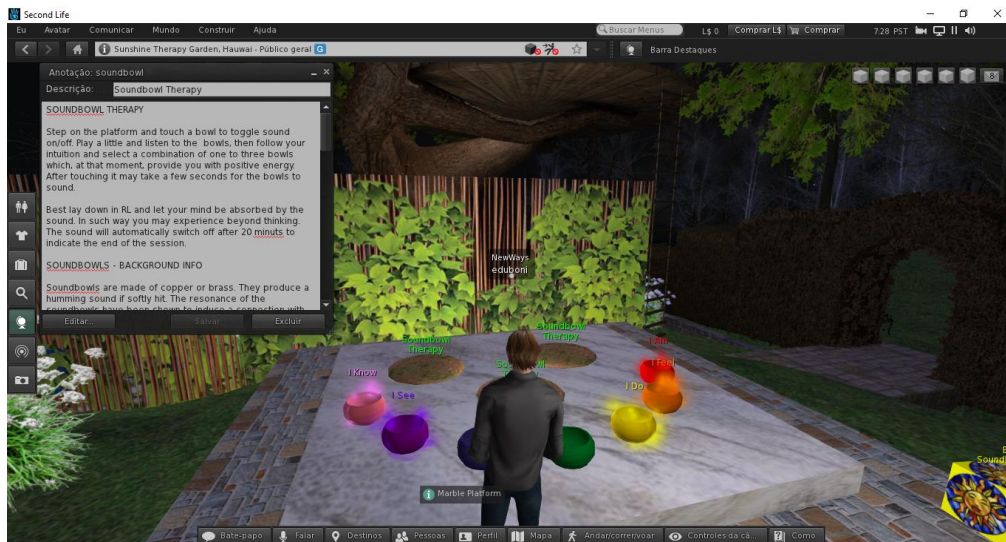


Figura 13: Vista do ambiente em que pode-se criar uma experiência sonora própria (NewWays 2023)

O ambiente como um todo foi modelado e programado para oferecer atividades interactivas e este é um dos pontos positivos identificados na *NewWays*, que nos interessa, no âmbito do projeto de investigação ConectAR. Nem todas as atividades possuem um alto grau de

interatividade, algumas são mais passivas e contemplativas, mas ainda assim apresentam incentivo ao utilizador para explorar e vivenciar o ambiente, além de terem caráter terapêutico, de acordo com o propósito da própria *NewWays*.

Neste jardim terapêutico, também é possível conversar com Myke, uma personagem que faz parte do cenário (Figura 14). Trata-se de um avatar com integração de um sistema de inteligência artificial, que segundo aviso do próprio ambiente virtual, é responsável por manter um fluxo natural de conversação com os utilizadores. Após algumas tentativas frustradas, chegamos à conclusão de que o sistema apenas identifica o avatar e dá-lhe boas-vindas, mas é incapaz de manter um diálogo. O que se apresenta como uma boa ideia, de oferecer ao utilizador a possibilidade de conversar mesmo que outras pessoas lá não se encontrem, falhou na execução.

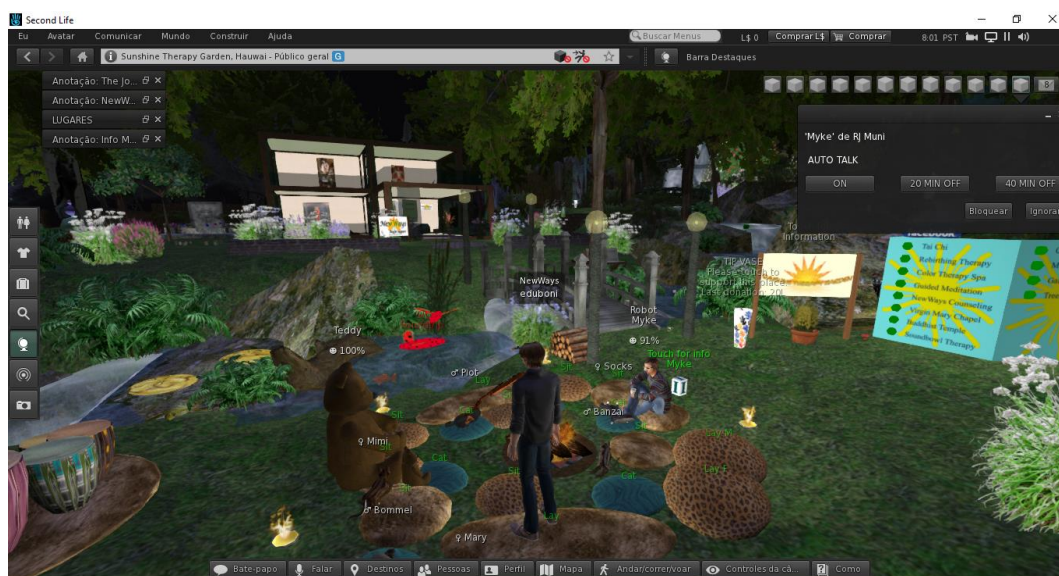


Figura 14: Vista do cenário onde se encontra o avatar Myke (NewWays 2023)

O cenário da *NewWays* é condizente com o seu propósito de existência, promovendo para o utilizador um ambiente que o permita relaxar. Do ponto de vista tecnológico, utiliza bem as ferramentas de animação da plataforma *Second Life* e, especialmente da sua linguagem de programação, para oferecer interatividade e informação aos utilizadores. Por outro lado, consideramos algumas atividades pouco interactivas, como por exemplo massagem e as orações, que apenas fazem com que o avatar fique em determinada posição, portanto sem relevância para o desenvolvimento do atual projeto de mestrado. Por fim, a proposta de um avatar robô é muito interessante, mas ao não cumprir o seu objetivo, resulta no contrário do que se deseja. Conclui-se com isso que a integração com o sistema de inteligência artificial utilizado deve ser feita de forma criteriosa.

3.2.3 HealthInfo Island - Health and Wellness

Com mais de 15 anos de existência, o ambiente virtual da *HealthInfo* foi construído com financiamento promovido por uma doação de US\$ 40.000 da Biblioteca Nacional de Medicina dos EUA (Boulos et al. 2007). Na altura, o ambiente era administrado por bibliotecários de saúde e médicos, visando fornecer aos utilizadores do *Second Life*, atividades dedicadas à educação e também acesso a informações de saúde. Segundo os autores, o ambiente virtual foi criado para os residentes do *Second Life* que participam em grupos de apoio (por exemplo, grupos de apoio a pessoas com derrame, paralisia cerebral, saúde mental e autismo e os seus cuidadores e familiares) ou interessados em aprender mais sobre saúde e bem-estar (Boulos et al. 2007). A proposta também foi levada a cabo para grupos e profissionais não incluídos nas categorias descritas, mas que podem ter interesse no *Second Life* como uma plataforma de prestação de serviços complementar aos serviços de saúde tradicionais.

Atualmente o ambiente é gerido pela *Virtual Ability, Inc.*, uma organização sem fins lucrativos que permite a pessoas com uma ampla variedade de deficiências prosperarem em mundos virtuais online (Virtual Ability 2023a). Pelo que pudemos observar na nossa visita à ilha, realizada no âmbito do atual projeto, o ambiente virtual parece estar, atualmente, mais dirigido ao público geral (doentes, cuidadores e cidadãos). Chegamos a esta conclusão pela própria arquitetura do espaço e tipo de conteúdos oferecidos, conforme analisaremos a seguir.

Primeiramente, sobre a estrutura do ambiente, esta conta com um Centro de Boas-vindas, uma Biblioteca de Saúde do Consumidor, Espaço para Exibições sobre Saúde, Centro de Conferências, Jardim de Ervas, Caminho do Apoio, Centro de Saúde e Bem-estar, Painéis de Vida Saudável, Pavilhão de Investigação e Sala de Leitura. Verificamos que três destes espaços, nomeadamente o jardim, a sala de leitura e o centro de saúde e bem-estar, não oferecem qualquer tipo de interação ou mesmo informação, existindo apenas para uma experiência estética (explorar o ambiente). Já os restantes ambientes apresentam um propósito mais concreto. Por exemplo, inserido no “Centro de Boas-vindas”, ponto onde o utilizador inicia a sua experiência, encontra-se uma placa de sinalização com ligações externas para as redes sociais e websites do projeto, caso o utilizador tenha interesse em saber mais a respeito do mesmo (Figura 15).



Figura 15: Vista do Centro de Boas-vindas da HealthInfo Island (Virtual Ability 2023b)

A mesma lógica de interação aplica-se também ao espaço da “Biblioteca de Saúde do Consumidor”, onde existem ecrãs que permitem interação com o utilizador (Figura 16). Ao premir nos ecrãs são apresentadas uma série de ligações para websites externos de referência sobre determinado tema (saúde mental, cuidados com o envelhecimento, incapacidades diversas, etc). Essa estrutura de interação e informação repete-se para todos os ecrãs e respectivos temas. Parece-nos uma boa solução de apresentação de conteúdos, uma vez que mantém relação direta com o tipo de ambiente que se quis simular e com o tipo de conteúdo que se espera encontrar numa biblioteca. O ponto negativo dessa solução é a necessidade do utilizador sair da experiência virtual para poder aceder aos conteúdos, pois o ideal seria ele aceder ao conteúdo informativo no mesmo ambiente em que vive a experiência imersiva.

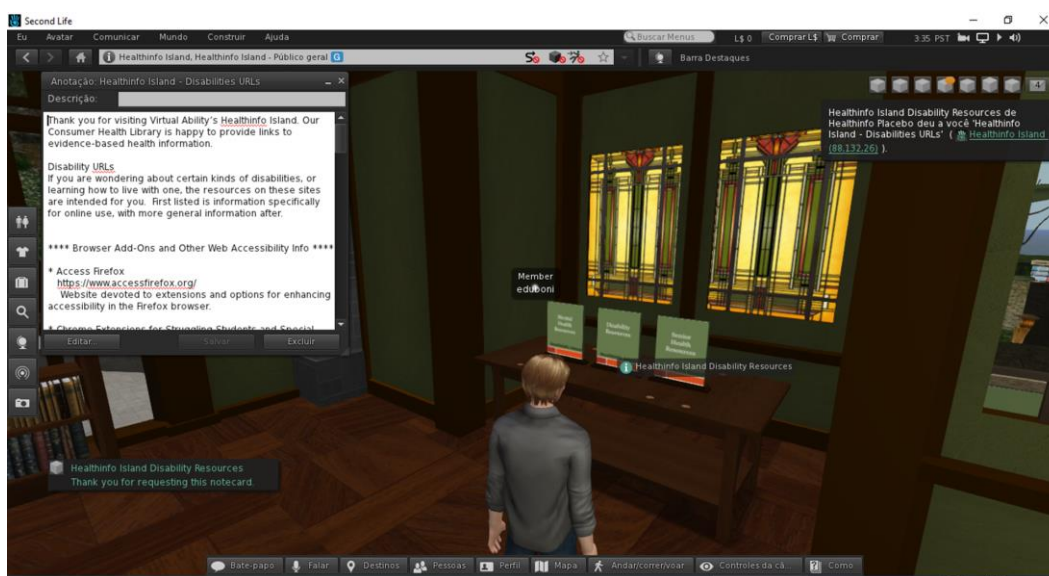


Figura 16: Vista da biblioteca, onde se encontram os ecrãs que permitem aceder às informações sobre diversos tipos de doenças (Virtual Ability 2023b)

Outra forma da *HealthInfo* fornecer informações precisas e acessíveis sobre tópicos relacionados com a saúde física, emocional e mental para os utilizadores do *Second Life* é por meio de cartazes, que também contêm ligações para recursos externos. Tais cartazes são organizados de formas diversas, de acordo com o propósito específico do espaço. Um bom exemplo é o “Caminho do Apoio”, que como o próprio nome indica, trata-se de um trajeto delimitado por cartazes de ambos os lados que apresentam e indicam grupos de apoio diversos, situados no *Second Life* ou mesmo em outras plataformas digitais (Figura 17).



Figura 17: Vista do Caminho do Apoio (Virtual Ability 2023b)

Esse recurso visual também é utilizado no espaço dedicado à conscientização sobre como lidar com pessoas que vivem com dores crônicas, intitulado de “Painéis de Vida Saudável” (Figura 18). Cada cartaz contém uma imagem e um texto curto, para transmitir uma mensagem clara e direta ao utilizador. O espaço é construído por uma série de cartazes dispostos em círculo, permitindo assim que o utilizador, ao percorrê-lo, possa aprender melhor como lidar com pessoas que sofrem de dores crônicas.

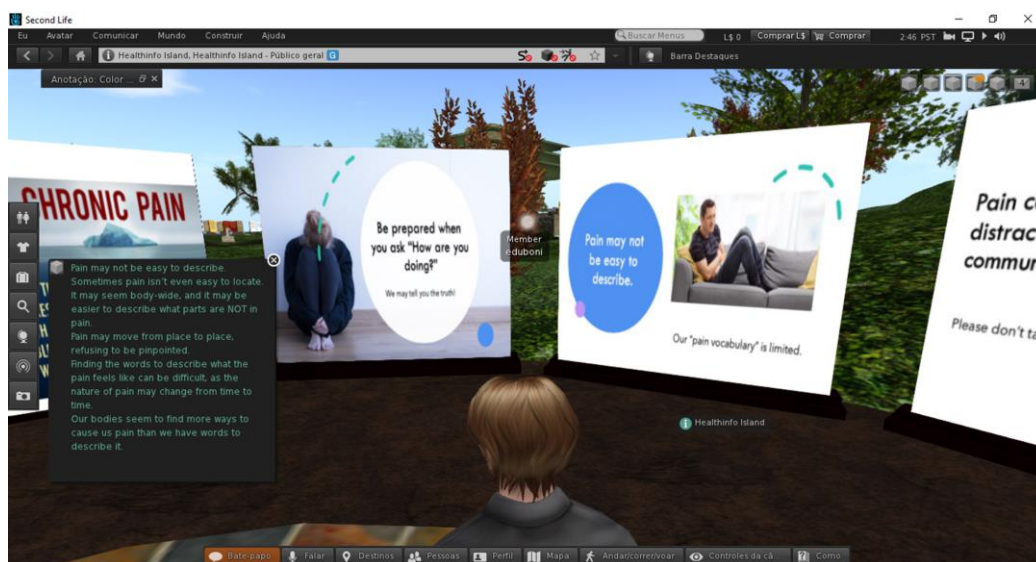


Figura 18: Vista interior do espaço Painéis de Vida Saudável (Virtual Ability 2023b)

Seguindo a mesma lógica de cartazes, mas agora mais próximo de pôsteres utilizados em conferências científicas na área de saúde, encontra-se o conteúdo ligado à investigação científica, no “Pavilhão da Investigação” (Figura 19). Atualmente, num dos pavilhões, há uma exposição sobre testes clínicos, que explica os conceitos principais por detrás desta metodologia. No segundo pavilhão, estão dispostos posters que apresentam universidades e

centros de investigação relevantes para os assuntos cobertos pela *HealthInfo*. Ao seleccionar determinado póster, uma caixa de diálogo abre-se com mais informações acerca da entidade e dados para contacto.

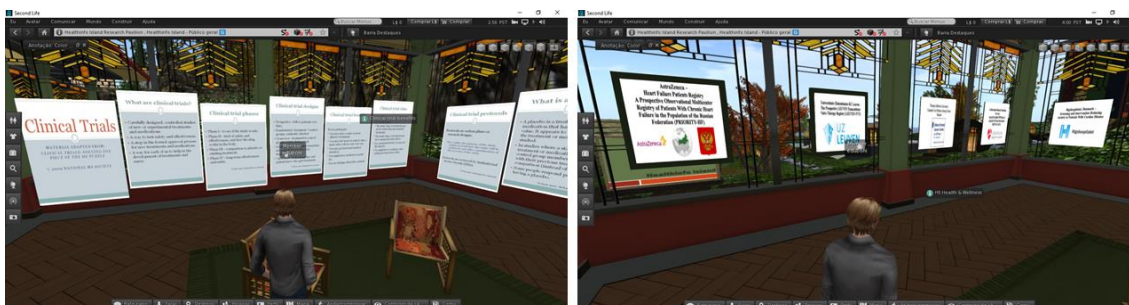


Figura 19: Vista do Pavilhão de Investigação (Virtual Ability 2023b)

O “Centro de Conferências” é o local dedicado aos eventos, momento em que o ambiente virtual deve receber diversos utilizadores para assistirem a palestras com investigadores e profissionais de saúde, socializarem e participarem de atividades lúdicas (como testes de conhecimento e desmistificação de termos médicos) (Figura 20). No painel do “Centro de Boas-vindas” encontra-se uma ligação externa para a agenda de atividades da *HealthInfo Island*.

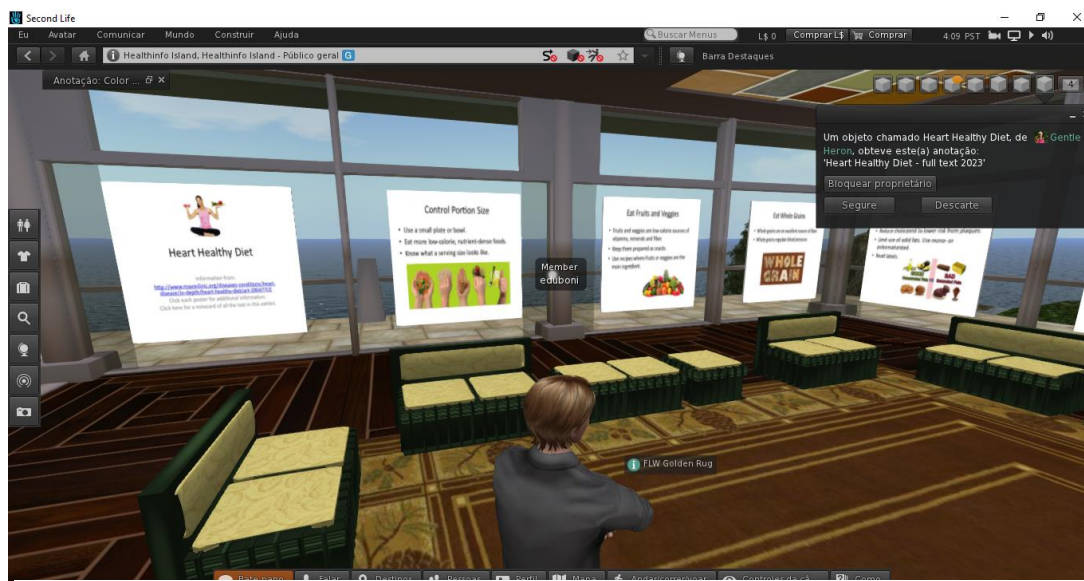


Figura 20: Vista do Centro de Conferências (Virtual Ability 2023b)

O espaço também conta com uma série de conteúdos sobre qualidade de vida e estilo de vida saudável, todos no formato de cartazes, com sumariação do conteúdo e a possibilidade de aceder à caixa de diálogo para obter informação mais detalhada e também aceder a ligações externas.

O ambiente da *HealthInfo Island* é muito coerente com o seu propósito de informar e consciencializar as pessoas para doenças diversas. Além disso, disponibiliza um conteúdo vasto para que possam aprofundar nos temas de interesse. Os cartazes, em especial, demonstraram ser

bastante eficientes para a comunicação visual clara e objetiva dos conteúdos e alinhadas com a usabilidade proposta pelo ambiente tridimensional.

Por outro lado, diferente do ambiente virtual da *NewWays Counseling & Support*, não encontramos no ambiente da *HealthInfo Island* nenhuma atividade lúdica, terapêutica ou artística, atividades estas que poderiam promover maior interatividade e, possivelmente, maior envolvimento do utilizador. Também não são utilizados recursos sonoros gerados pelo ambiente ou por objetos nele presentes. Por fim, não encontramos qualquer integração com sistemas de inteligência artificial, quer seja por meio de avatares, quer seja em objetos dispostos nos diversos espaços do ambiente virtual. Também não há consumo ou integração de serviços ou recursos de outras plataformas ou websites, por meio de APIs, o que faz com que o utilizador tenha de sair do ambiente para consumir conteúdos mais aprofundados e também não permite apresentar possibilidades de interação mais complexas e potentes.

3.3 Racional

Após o estudo dos três ambientes virtuais dedicados à promoção da saúde, encontramos alguns padrões na construção de ambientes virtuais voltados à construção de comunidades no âmbito da saúde:

1. Organização dos espaços que fazem parte do ambiente virtual, por temas e objetivos específicos. Com isso, é possível categorizar e organizar os conteúdos e experiências (individuais e coletivas), de acordo com a sua natureza e propósito;
2. A interação com os ambientes virtuais dá-se por meio de objetos inseridos em cenários e avatares robôs, que contam com programação subjacente. Mas, tanto os objetos quanto os cenários, não oferecem a possibilidade ao utilizador de alterar o seu estado (deixar uma marca ou mensagem, por exemplo);
3. Os conteúdos voltados para a educação e consciencialização em saúde são transmitidos por meio de suportes mediáticos que mimetizam o mundo físico. Porém, na sua maioria, contam com ligações para conteúdos externos ao ambiente;
4. Os ambientes foram construídos buscando simular, em maior ou menor grau, a realidade. Quer sejam hospitais e clínicas, quer sejam jardins e outros espaços temáticos, como um centro de conferências, todos os espaços foram construídos quase como uma representação naturalista da realidade.

O estudo também nos possibilitou encontrar algumas deficiências nos ambientes, nomeadamente:

1. Ausência de integração com sistemas ou páginas web, fazendo com que avatares robôs não funcionem corretamente ou que o utilizador tenha de sair do ambiente virtual para poder se aprofundar nos conteúdos com impacto negativo na sua experiência imersiva;
2. Baixa interatividade dos ambientes, pois há poucas oportunidades para que o utilizador de facto interaja com o ambiente, além de apresentar basicamente uma modalidade de interação, no caso o manuseio com o rato;

3. Não existem surpresas nestes ambientes, todos os espaços são organizados de forma racional e estão indicados claramente para os utilizadores. Com isto, o aspeto lúdico da exploração e experimentação do espaço se esgota com rapidez.

Encontramos, portanto, por meio deste estudo, algumas oportunidades para a evolução no desenvolvimento de ambientes virtuais dedicados à construção de comunidades no âmbito da saúde. As plataformas de metaverso contam com suporte à integração de diversos sistemas, dos mediáticos aos de inteligência artificial, permitindo inserir no interior do ambiente virtual, dados, conteúdos e processamento de informação. Além das integrações, as plataformas também contam com base tecnológica que possibilita a implementação de mais oportunidades de interação com os ambientes virtuais, permitindo, assim, que os espaços e os objetos nele presentes reajam às ações dos utilizadores.

Com isto posto, podemos definir os principais requisitos para o desenvolvimento do ambiente virtual do projeto de investigação ConectAR:

1. **Espaços dedicados:** o ambiente virtual deverá contar com espaços dedicados aos seus propósitos, nomeadamente reunir pessoas para o trabalho colaborativo e informar e consciencializar as pessoas sobre saúde respiratória;
2. **Atividades:** os espaços deverão contar com atividades e objetos interativos, de caráter informativo e também artístico;
3. **Originalidade:** o ambiente não deverá ser construído com objetivo de simular espaços comuns aos cuidados com a saúde (clínicas, hospitais, salas de espera) ou mesmo ligados à investigação científica (salas de trabalho ou espaços de realização de congressos), mas sim em diálogo com a história da arte, em sentido amplo (artes visuais, arquitetura e design), buscando oferecer aos utilizadores uma experiência diferente da que vivenciam em seu cotidiano.
4. **Surpreendente:** o ambiente deve contar com situações inesperadas que possam surpreender positivamente os utilizadores. Algum tipo de ação não consciente do utilizador seja gatilho para uma reação do ambiente ou de algum NPC (Non-Player Character) presente na plataforma. Com isso, aumentaremos o grau de ludificação do ambiente.
5. **Integração de sistemas:** requisito essencial para oferecer o máximo de interatividade e informação no interior do ambiente virtual. Integração com sistema de inteligência artificial e com APIs de plataformas de média (Youtube, por exemplo) e aplicações web como as de informações climáticas.
6. **Apoio ao utilizador:** será importante que o ambiente ofereça informações acerca do projeto de investigação ConectAR, e especialmente que os utilizadores possam interagir com um avatar robô programado para tal, assim como para oferecer atendimento, caso seja necessário.

3.4 Definição da plataforma

O ambiente digital, denominado como metaverso, é um espaço coletivo virtual que, para ser percebido como um equivalente do mundo físico, utiliza gráficos em 3D, animação, áudio espacial e regras de física, propondo, assim, um ambiente imersivo para os utilizadores. Além disso, o conceito de metaverso pressupõe que o ambiente seja compartilhado por diversas pessoas a interagirem em tempo real com o cenário, os objetos virtuais e entre si.

Como já referido, existe a possibilidade de construção de um metaverso proprietário, por meio da conjunção de tecnologias (infraestruturas, softwares e linguagens de programação) disponíveis no mercado. No entanto, este projeto tem como foco a construção de um ambiente virtual imersivo e responsivo, assim, poderá valer-se de infraestruturas conhecidas e testadas para o cumprimento deste objetivo. Neste sentido, existem diversas plataformas que disponibilizam metaversos e que permitem às pessoas criarem e compartilharem os seus próprios mundos, fazendo com que o seu ecossistema interno cresça e possa oferecer diversas atividades aos seus utilizadores (jogar, fazer reuniões, conhecer pessoas, ver exposições, etc.). Apesar destas plataformas possuírem os atributos mínimos para que se enquadrem como um metaverso e atenderem aos objetivos primários do projeto, acabam por possuir propósitos, funcionalidades (ou capacidades) e públicos distintos. Para avaliar qual delas é mais apropriada às intenções deste projeto, foi realizada uma análise a partir dos parâmetros descritos abaixo:

1. Propósito: uma plataforma de metaverso é uma ferramenta, portanto não é neutra, ou seja, foi construída para atender algum propósito. Ser um ambiente imersivo que emule a realidade física e permita a socialização é a questão básica, mas o que demarca logo de princípio a diferenciação entre as ferramentas é justamente a sua vocação, uma vez que toda a experiência oferecida será otimizada para este fim;
2. Acesso: é importante que a plataforma seja o menos excludente possível, do ponto de vista do acesso. O melhor cenário possível é a possibilidade de acesso por diversos dispositivos, quer sejam os móveis (telemóvel ou tablet), computadores pessoais (notebooks e desktops) e headsets de realidade virtual. Ainda assim, é fundamental que o acesso ao ambiente de realidade virtual possa ser feito diretamente pelo navegador, além de um software ou aplicação da respetiva plataforma;
3. Documentação: por se tratarem de sistemas complexos a partir dos quais os criadores de conteúdo virtual irão trabalhar, é necessário que documentação seja extensa e cubra todos os tópicos necessários para a manipulação avançada dos recursos oferecidos;
4. Sistema: a tecnologia utilizada no motor da plataforma. Pode ser um sistema próprio de modelagem 3D, animação e manipulação de áudio, ou pode contar com a integração de algum sistema parceiro. Além disso, cada plataforma trabalha com uma ou mais linguagens de programação diferentes (em alguns casos, linguagens desenvolvidas internamente);
5. Comunidade: uma plataforma com certo tempo de existência e muitos utilizadores tenderá a possuir uma grande comunidade, não só do ponto de vista de experiências

virtuais publicadas, mas, especialmente, do conhecimento acumulado e partilhado entre si, importante para auxiliar o desenvolvimento de novos projetos.

Definidos os parâmetros de análise, o próximo passo foi definir a lista de plataformas de metaverso a serem avaliadas. Existem diversas plataformas no mercado, mas utilizamos 5 delas para análise, por 1) estarem disponíveis em Portugal; 2) permitirem integração com diversos serviços web (APIs) e inteligência artificial; 3) possuírem um kit de desenvolvimento de software (SDK-”Software Development Kit”) robusto, que agilize o processo de desenvolvimento do ambiente imersivo; 4) a possibilidade de albergar o projeto num servidor seguro e gratuito; 5) não serem excessivamente voltadas para uma utilização do metaverso (videojogos, social, etc).

Partimos de uma lista longa de plataformas populares, para aplicar os critérios acima identificados, no processo de filtragem, anterior à avaliação de facto. A plataforma *AltSpace VR*, apesar de popular, anunciou o fim do seu funcionamento, ainda no primeiro semestre deste ano. Portanto, foi excluída da lista. As plataformas mais voltadas para os videojogos, como *Axie Infinity*, *Metahero*, *Somnium Space*, *Star Atlas* e *The Sandbox* também foram eliminadas, assim como as plataformas *Club Cooe*, *IMVU* e *UHive*, por terem como objetivo atividades sociais (*chat online*, rede social). *Sansar* e *Viverse* são plataformas mais recentes e, portanto, com menor maturidade de desenvolvimento (também com uma comunidade menor). Já para aceder à plataforma da empresa *Meta*, a *Horizon Worlds*, ainda é obrigatório o uso dos óculos de realidade virtual *Meta Quest*, criando assim uma barreira para um requisito importante do projeto: o acesso. A plataforma *Rec Room*, do ponto de vista tecnológico, é de fácil acesso, mas do ponto de vista de desenvolvimento, não possui um SDK (Software Development Kit), o que diminui o potencial de criação e programação do projeto. Por fim, a plataforma de código aberto *OpenSimulator*, apesar da maior liberdade para a programação do ambiente virtual, possui grande complexidade e está mais sujeita a *bugs* de difícil solução, motivo pelo qual foi retirada da lista, juntamente com a plataforma *Kitely*, baseada em *OpenSimulator*.

A lista final apresenta 5 plataformas, as quais demonstram maturidade tecnológica, ampla base de utilizadores, possibilidade de integração com diversos sistemas e alta capacidade de customização do ambiente virtual:

- *Decentraland*: criada em 2017, é, atualmente, uma das plataformas mais populares. Foi construída sobre a rede de blockchain Ethereum, trabalha com a lógica de mundo aberto, ou seja, os utilizadores podem adquirir terras no universo virtual para construir os seus ambientes e receberem a visita dos utilizadores da plataforma. Permite, também, que os objetos virtuais criados, quer de uso pelos avatares, quer presentes no ambiente, sejam registados e comercializados na blockchain. Permite acesso via dispositivos de VR, computadores e dispositivos móveis.
- *Roblox*: plataforma muito popular, criada em 2006, com proposta de mundo aberto onde os utilizadores podem explorar experiências digitais. No entanto, a sua utilização é mais direcionada para jogos MMOSG (*Massively Multiplayer Online Social Game*). Além

dos mundos criados pelos utilizadores, possui experiências desenvolvidas por marcas de renome, como a Nike.

- Second Life: um dos mais antigos, e talvez mais conhecido, sistema metaverso de mundo aberto. Lançado em 2003, continua em atividade, possui moeda e sistema de desenvolvimento de avatares, ambientes e experiências proprietários, bem como a linguagem de programação (LSL - *Linden Scripting Language*);
- Spacial: fundada em 2016, tem se tornado popular por sua facilidade de acesso e utilização. Seu SDK é integrado com a tecnologia Unity, principal sistema de criação de jogos e experiências digitais imersivas existente atualmente no mercado, o que também a torna potente do ponto de vista de desenvolvimento.
- VRChat: plataforma lançada em 2014, trata-se de um misto de sistema voltado para a criação de jogos MMOSG e mundos virtuais, diferente da plataforma Roblox, especialmente por ser utilizada na criação de ambientes virtuais imersivos. Tem aumentado o número de utilizadores nos últimos anos e o seu acesso pode ser feito tanto com dispositivos VR como pelo computador. O seu SDK também é integrado com a tecnologia Unity, portanto a torna uma plataforma potente do ponto de vista de desenvolvimento.

Com a lista de plataformas definida, prosseguimos com as análises. O processo de avaliação consiste nos critérios acima propostos, que serão avaliados mediante uma escala numérica com 5 valores, descritas a seguir:

- Nota 1: não existe nada que interesse para o projeto, portanto o critério é avaliado como insatisfatório;
- Nota 2: verifica-se alguma característica ou funcionalidade que seja do interesse do projeto, portanto o critério será avaliado como pouco satisfatório;
- Nota 3: o critério cumpre requisitos mínimos sem qualquer destaque, sendo considerado neutro;
- Nota 4: o critério responde satisfatoriamente às exigências do contexto do presente projeto;
- Nota 5: aplicado somente quando o critério superar expectativas e se mostrar muito satisfatório para o presente projeto.

Cada parâmetro analisado receberá uma classificação e, no final da avaliação de cada uma das plataformas, será realizado o cálculo da respetiva média para chegarmos ao valor final. Trata-se de um método de avaliação quantitativa, para determinar, de forma objetiva, a plataforma mais adequada para o desenvolvimento do presente projeto.

3.4.1 Decentraland

Criada com o propósito de ser uma plataforma de metaverso voltada à exploração de mundos e experiências virtuais, permite que os utilizadores visitem terrenos de propriedade de outros utilizadores e vivenciem cenas e/ou estruturas criadas pela própria comunidade de utilizadores. A plataforma possibilita a criação de avatares pessoais, conteúdos diversos como personagens, objetos e ambientes e, também, aplicações.

A sua infraestrutura foi construída com base na rede de blockchain Ethereum (Guidi e Michienzi, 2022), permitindo assim que a plataforma faça uso da tecnologia de contratos inteligentes para viabilizar a sua Organização Autónoma e Descentralizada (DAO - “Decentralized Autonomous Organization”), um modelo de autogestão que permite aos utilizadores participarem de decisões que influenciam o funcionamento do mundo virtual, por exemplo, quais os tipos de objetos utilizáveis pelos avatares serão permitidos, política de leilões de terrenos, etc. (Decentraland 2023). Para além da organização democrática, a tecnologia de blockchain permite também que os utilizadores sejam donos dos seus ativos virtuais, como terrenos e objetos, registados por meio dos contratos inteligentes. Os utilizadores podem, portanto, realizar transações com estes ativos, de troca ou venda, utilizando a criptomoeda intitulada “Mana”.

Propósito

Como já mencionado, a plataforma foi construída para ser uma versão virtual do mundo físico, uma vez que o espaço é finito, os terrenos disponíveis possuem proprietários, assim como os demais objetos digitais que se encontram no mundo virtual. Nesse sentido, o propósito principal da plataforma é o de exploração de cenas, os diversos espaços construídos nos terrenos, os quais oferecem interações e experiências diversas. Além de explorar os espaços e interagir com os objetos presentes no ambiente, também é possível se relacionar com as pessoas que se encontram no mesmo espaço virtual, representadas por seus avatares. Há três modalidades de interação entre os utilizadores: 1) visualmente, por meio dos movimentos animados dos avatares; 2) por meio de mensagens de texto; 3) por meio de mensagens de voz.

Os videojogos também possuem papel importante na plataforma, uma vez que são um dos formatos de experiência virtual a serem criados na mesma. São comuns na plataforma jogos relacionados com apostas e jogos de Casino, uma vez que os utilizadores podem apostar as suas criptomoedas (manas). Além do mais, todo o tipo de jogos que envolva imersão num ambiente temático podem ser desenvolvidos nos terrenos da *Decentraland*.

A plataforma tem sido utilizada também para exposições artísticas, por meio de museus e galerias construídos para expor arte digital, nos formatos 2D e 3D. Uma vez que as obras de arte expostas são itens virtuais não fungíveis (NFTs - “Non-Fungible token”) registadas na rede de *blockchain*, podem ser comercializadas dentro da própria plataforma.

A possibilidade de comercialização de itens e terrenos na plataforma forma sua terceira grande característica, que lhe confere identidade própria, pois, com isso, desenvolveu um ecossistema económico próprio. Os utilizadores são encorajados, inclusive, a conectarem sua

carteira digital à plataforma, para que possam registrar seus NFTs (Non-Fungible Tokens), que são, portanto, contratos inteligentes registados na rede de *blockchain*.

Apesar de *Decentraland* demonstrar grande flexibilidade para construção de ambientes com propósitos diversos, a sua organização econômica oferece certa fricção em relação à natureza do presente projeto, fazendo com que a avaliação deste quesito seja satisfatória.

Acesso

Decentraland é uma plataforma web, ou seja, é possível que o utilizador aceda ao metaverso diretamente pelo navegador, não sendo obrigatório instalar um software no computador. Há também o software para instalação, e caso o utilizador prefira aceder à plataforma por meio desta modalidade, contará com uma exigência menor em termos da configuração de seu equipamento (capacidade de processamento, memória RAM e placa de vídeo).

A plataforma ainda não pode ser acessada por meio do telemóvel e ainda não conta com uma versão estável para o acesso com dispositivos de realidade virtual, uma vez que a equipa responsável pelo desenvolvimento está dedicada em lançar novas funcionalidades para o sistema atual.

Outro ponto importante a ser considerado é o acesso para os criadores de conteúdo, uma vez que só é possível publicar cenas caso o criador detenha a posse de algum terreno. É possível criar a cena (o ambiente, com os objetos e mesmo personagens), porém a publicação da mesma só se dá em algum terreno. Caso o criador de conteúdo não possua um terreno, deverá comprar ou arrendar.

Apesar da facilidade de acesso para os utilizadores, a obrigatoriedade de aquisição de um terreno para a publicação da cena representa, para o presente projeto, uma barreira. Nesse sentido, a avaliação deste quesito é pouco satisfatória.

Documentação

A documentação sobre a plataforma é vasta e organizada de acordo com os três perfis de utilizadores: jogadores, criadores de conteúdo e colaboradores. As informações gerais sobre a organização do universo de *Decentraland* estão presentes na secção intitulada de “Jogadores”. Nela se encontram as explicações sobre a DAO (Decentralized Autonomous Organization), a integração com a rede de *blockchain*, como funciona o mercado digital, requisitos de hardware e o glossário. Já nas secções dedicadas aos criadores de conteúdo e colaboradores, a documentação tem um perfil mais técnico e voltado ao apoio à criação, programação e publicação de ambientes, objetos e animações.

Por abranger diversos temas importantes da plataforma, inclusive informações a respeito da arquitetura técnica, avaliamos a documentação como muito satisfatória.

Sistema

Qualquer utilizador de *Decentraland* tem à disposição um sistema da plataforma para criar os próprios avatares, bem como um sistema de modelagem e animação 3D aos criadores de conteúdo. Caso desejem, podem utilizar outro software que apresente maior potência, bastando exportar os ficheiros em glTF, formato padrão para modelos 3D, pois a plataforma reconhece e realiza a renderização no ecrã.

O SDK da plataforma é baseado em duas linguagens de alto nível e de uso muito comum na programação para a internet: *Javascript* e *Typescript*. Por meio dessas linguagens, é possível programar interações nos ambientes e também realizar integrações com diversos serviços disponíveis na internet, por meio de suas APIs .

O ambiente de criação da própria plataforma não apresenta tanta potência, uma vez que é voltado ao utilizador médio. Contudo, considerando a possibilidade de integração de ficheiros criados em softwares dedicados à modelagem 3D, e o uso de linguagens padrão no desenvolvimento web, avaliamos o sistema como satisfatório.

Comunidade

Decentraland é considerada uma plataforma popular que apresenta diversos tipos de cenas para todos os desejos de interação (pessoal, com ambientes imersivos, com jogos, etc), além da possibilidade económica (comercialização de itens). Para expressar tal popularidade em números, utilizamos o dado de setembro de 2022, segundo publicado pela própria plataforma (Decentraland 2022):

- Usuários ativos: 56.697;
- Volume de comercialização: 8.047 itens e emotes.

Considerando que se trata de um mercado novo, com muitos concorrentes, é uma comunidade de tamanho e potencial de audiência expressivos, portanto a avaliamos como satisfatória.

3.4.2 Roblox

Lançada em 2006 e com a promessa de proporcionar experiências imersivas compartilhadas, *Roblox* é uma das plataformas de metaverso mais populares da atualidade. Grande parte dos utilizadores são crianças na faixa etária entre 9 e 12 anos, que buscam na plataforma entretenimento em forma de videogames. Também é utilizada para simulações de ambientes urbanos em 3D, com propósito educativo (Park e Kim, 2021).

O fundador e executivo chefe da empresa acredita que o *Roblox* possui um papel mais amplo na vida das pessoas, permitindo que elas expressem a própria identidade no metaverso por meio da customização de seus avatares e como uma extensão de suas vidas no mundo físico (Wired 2022).

A plataforma também oferece um mercado, onde as pessoas podem comercializar as roupas que criaram para uso nos avatares. Estas transações são feitas em “Robux”, a criptomoeda criada e mantida pela *Roblox*.

Propósito

Roblox é muito popular por conta de sua vasta gama de jogos para diversos perfis de pessoas, mas com maior apelo entre os mais jovens e podemos entendê-lo como uma espécie de parque infantil (Park and Kim 2022). A vastidão de jogos não muito complexos que permitem a exploração de ambientes mantém uma grande quantidade de utilizadores ativos presentes todos os meses na plataforma, conforme veremos mais adiante.

Em um sentido mais alargado, *Roblox* é uma plataforma de experiências imersivas para diversos utilizadores em tempo real, que permite às pessoas criarem e explorarem milhares de ambientes virtuais. Ela é, portanto, uma plataforma flexível, que também pode ser utilizada no âmbito educacional, como citado anteriormente, inclusivamente para a realização de eventos. Porém o foco maior da plataforma é o entretenimento de jovens e a comercialização de itens. Mesmo que não seja algo negativo em si, para o propósito do presente projeto avaliamos este quesito como neutro.

Acesso

O acesso ao *Roblox* é amplo. É possível usufruir da plataforma por dispositivos móveis, computador pessoal e *XBOX One*. A plataforma também é compatível com dispositivos de realidade virtual, inclusive o *Meta Quest 2*, óculos VR utilizado para aceder a *Horizon Worlds*.

Neste quesito, por conta da ampla gama de possibilidades de acesso, a plataforma apresenta uma avaliação totalmente satisfatória.

Documentação

A documentação é ampla e organizada, além de conter informação vasta a respeito das integrações possíveis por meio de APIs. Há guias disponíveis sobre temas introdutórios até questões de criação como “*game design*” e análise de indicadores, além de conteúdo sobre linguagem de programação utilizada na plataforma e customização de avatares. Há, ainda, projetos utilizados como exemplo de etapas de desenvolvimento e aplicação dos conhecimentos presentes na documentação.

O nível de detalhamento de cada assunto é um ponto forte. Para exemplificar, no bloco de conteúdo relacionado a linguagem de programação *Luau*, utilizada na plataforma para inserir interatividade às experiências, é apresentado um quadro comparativo entre esta linguagem e o *C#*, esta última uma linguagem comum no desenvolvimento de jogos, especialmente em *Unity*.

Por englobar diversos temas importantes da plataforma e pela profundidade dos conteúdos, avaliamos a documentação como muito satisfatória.

Sistema

Como tem se mostrado comum às plataformas, *Roblox* possui um editor próprio para a criação de avatares e experiências de fácil utilização, porém o mesmo apresenta algumas limitações e carece de certa complexidade visual. Para se atingir um resultado mais potente, será necessário realizar a modelagem 3D em software específico e exportar o ficheiro com a extensão “.fbx”, que é um formato utilizado justamente para a interoperabilidade entre aplicações.

Assim como a plataforma *Decentraland*, a *Roblox* não possui uma integração (direta ou indireta) com um sistema de desenvolvimento de jogos e experiências, como, por exemplo, o *Unity*. Isso resulta em um aumento de complexidade para os criadores de experiências e jogos, pois a integração dos ficheiros criados externamente exigirá a realização de mais tarefas, mais conhecimento de ambas as aplicações e maior atenção ao processo como um todo.

A linguagem de programação *Luau*, por ser de alto nível, similar ao *C#* e promover a simplicidade do código sem perda de potência, permite contabilizarmos um ponto positivo e somado à questão de integração. Sendo assim, avaliamos o sistema como satisfatório.

Comunidade

Segundo divulgado pela empresa, em dezembro de 2022 a plataforma *Roblox* tinha a média de 61,5 milhões de utilizadores ativos diariamente (Roblox 2022), número expressivo por si só e que denota o tamanho da comunidade de utilizadores da plataforma. Esse dado, aliado a indicadores como a quantidade de criadores e/ou programadores (4 milhões) e a quantidade de experiências publicadas na plataforma (9 milhões) (Roblox 2023), posicionam esta comunidade como uma das maiores dentre as plataformas de metaverso existentes.

Os dados apresentados nos levam a avaliar este quesito como muito satisfatório.

3.4.3 *Second Life*

A mais antiga dentre as cinco plataformas avaliadas, foi lançada ao mercado em 2003. De autoria e propriedade da empresa *Linden Lab*, seus proprietários não percebem na plataforma um jogo em si, uma vez que não possui objetivos ou regras claras, mas sim, a apresentam como um ambiente para os utilizadores fazerem o que bem entenderem: criarem jogos e/ou simulações, comercializar itens, conhecer pessoas, etc. Como o próprio nome denota, a proposta é ser uma espécie de mundo gêmeo ao mundo físico, que ofereça às pessoas a oportunidade de viverem novas experiências e expressarem a sua identidade de uma forma diferente.

Second Life também se organiza por meio da lógica de terrenos, nos quais são construídos os ambientes virtuais. Os terrenos podem ser adquiridos ou arrendados e o pagamento é realizado pela criptomoeda da plataforma, os dólares “Linden”(L\$).

Durante o período de pandemia mundial recente, a plataforma obteve um grande aumento do número de utilizadores, o que fez com que recebesse uma injeção de capital da empresa de áudio espacial *High Fidelity*, além do retorno do seu fundador, agora no papel de consultor estratégico.

Propósito

Explorar, descobrir e criar são as palavras em destaque no ecrã inicial do website da plataforma. O convite, mais do que ao jogo, está ligado ao ato de conhecer: comunidades das quais pessoas interessantes fazem parte; ambientes que permitam experiências imersivas; espaços virtuais de encontro, trabalho e mesmo estudo. Desde o princípio da plataforma e até o momento, o seu propósito principal relaciona-se às novas experiências de socialização e expressão pessoal.

O âmbito da educação tem destaque na plataforma, sendo a mesma utilizada por escolas e universidades para criarem os seus ambientes virtuais e lá promoverem encontros, reuniões e palestras. Segundo casos de uso apresentados no website dedicado à sua documentação, não necessariamente as atividades são totalmente remotas, podendo ocorrer de forma simultânea (a aula ocorre ao mesmo tempo, no mundo físico e no metaverso), permitindo assim, a participação de pessoas presentes em ambos os ambientes (Second Life 2023a).

Embora não seja o propósito principal da plataforma, possui certo destaque o mercado interno que permite a comercialização de terrenos e bens virtuais (edificações, objetivos, vestimentas, etc). Como as demais plataformas analisadas até então, tal recurso é mais do que simplesmente uma ludificação da plataforma, é também uma forma de desenvolver negócios no mundo digital e obter lucros.

Como a nossa proposta com o presente projeto não tem qualquer interesse em comercialização de bens virtuais ou acúmulo de dinheiro de qualquer espécie, esse terceiro item pode ser um ponto de atenção. Neste sentido, avaliamos a plataforma nessa questão como satisfatória.

Acesso

Para poder aceder ao universo de *Second Life* e usufruir da experiência virtual, é necessário instalar a aplicação *Second Life Viewer* (SLV) no computador. Não há hipótese de aceder ao ambiente virtual por navegador, nem mesmo por dispositivos móveis.

Por ser uma plataforma lançada em 2003, foi construída sem a previsão de utilização com óculos de realidade virtual. A *Linden Lab* está a trabalhar para a integração da tecnologia dos óculos com a sua aplicação SLV porém, o acesso ainda aconselhável é por meio do computador pessoal.

A utilização da plataforma é gratuita, inclusive para os criadores de conteúdo, porém há situações em que é necessário investir dinheiro, nomeadamente na criação de comunidades, no caso de uso de escolas e universidades, e na criação de ambientes virtuais, para os quais será necessário comprar ou arrendar um terreno.

Os dois pontos de atenção, o facto do sistema estar em vias de atualização para poder se integrar com mais facilidade ao dispositivo de realidade virtual e a necessidade de desembolso financeiro para o desenvolvimento do projeto agem negativamente na apreciação desse quesito, avaliado como pouco satisfatório.

Documentação

A documentação técnica a respeito da plataforma voltada à criadores de conteúdo com perfil de desenvolvedor encontra-se no formato wiki. Contém especialmente os temas mais técnicos, ligados à sua linguagem de programação LSL e o fornecimento de informações por meio de APIs. Já para consultar informações que interessem também aos utilizadores, está disponível a secção de “Comunidade” no website. São diversos artigos de blogue que versam sobre assuntos como construção, venda e compra de artigos, controle do avatar e de câmara e gestão de grupos e comunidades.

Apesar da documentação acerca da linguagem de programação LSL estar bem completa, os conteúdos sobre as demais funcionalidades da plataforma carecem de abrangência e profundidade. Sendo assim, nesse quesito a plataforma foi avaliada como neutra.

Sistema

Assim como todas as plataformas de metaverso analisadas, *Second Life* também possui todas as ferramentas necessárias para os utilizadores criarem os seus avatares e ambientes virtuais. A resiliência da plataforma demonstra a sua potência, mas por ter sido lançada há quase 20 anos, foi preciso desenvolver todo o seu sistema de forma proprietária, sem integrações diretas com tecnologias que surgiram posteriormente e que provaram a sua capacidade, como o caso do Unity. Ainda assim, é possível criar os modelos 3D em softwares como *Maya*, *3Dmax* ou *Blender*, exportar os ficheiros com a extensão “.fbx”, para então integrá-los no sistema proprietário de *Second Life*.

O SDK da plataforma é totalmente baseado na linguagem de programação LSL, como referido anteriormente. Por meio dessa linguagem é possível programar interações nos ambientes, em objetos, veículos, manipulação de conteúdos de média, configuração de movimento e efeitos diversos. Também é possível realizar integrações com diversos serviços disponíveis na internet, por meio de APIs.

Conforme citado anteriormente, a empresa *Second Life* recebeu aporte de capital para realizar melhorias no sistema e possibilitar o seu crescimento. Nesse sentido, algumas melhorias já foram implementadas, como a captura dos movimentos do rosto e mãos para melhoria na expressividade do avatar. Estão previstos também diversos incrementos de sistema a serem implementados em 2023, entre eles a melhoria de qualidade visual, novas funções para a linguagem LSL e o início da versão para dispositivos móveis (*Second Life 2023b*). Contudo, por serem promessas, e diante da hipótese destas serem implementadas apenas após o desenvolvimento deste projeto, não podemos considerá-las em nossa análise. Ainda assim há a possibilidade de integração de ficheiros criados em softwares dedicados à modelagem 3D, e pelo facto da linguagem LSL ser dedicada ao sistema, avaliamos o sistema como satisfatório.

Comunidade

A *Second Life* não publica as suas estatísticas de utilização da plataforma, porém encontramos uma estimativa, calculada por um utilizador assíduo da plataforma que realiza a cobertura e divulgação de alguns indicadores:

- Média de utilizadores únicos por dia: 50.000 pessoas (jan/2023) (Voyager 2023);
- Total de contas de utilizadores: 66.978.584 (nov/2022) (Voyager 2022);

Por ser uma plataforma com muitos anos de existência, é de se esperar um grande volume de utilizadores cadastrados. Porém, o mais importante é o número de utilizadores únicos ativos por dia, menor do que a plataforma Roblox, porém muito relevante em termos de demanda e desempenho do sistema, além de fidelização da base de utilizadores. Avaliamos, portanto, este quesito como muito satisfatório.

3.4.4 *Spatial*

A *Spatial* nasceu em 2016, dedicada à colaboração em ambientes imersivos, especialmente no âmbito corporativo e já contava com a facilidade de utilização como um dos seus pontos fortes (XR Today 2022). Em 2021 recebeu aporte de capital que permitiu a ampliação do contexto de uso da plataforma, para que se tornasse o elo de encontro entre criadores de experiências virtuais e toda uma comunidade de utilizadores. Sua popularidade se deu tanto pela facilidade de uso quanto pela de acesso (Auganix 2021).

Diferente da plataforma Decentraland, a *Spatial* não possui uma arquitetura descentralizada, ou seja, ela é albergada na estrutura de nuvem que a empresa possui, e diferente da plataforma *Roblox*, não conta com um ambiente de mercado para a comercialização de NFTs (apesar de ser permitido inserção de NFTs terceiras na plataforma).

Propósito

Como a própria plataforma afirma no seu website, a *Spatial* dedica-se a incentivar pessoas e empresas (marcas) a criarem seus próprios ambientes virtuais no metaverso, compartilharem as suas criações e construir comunidades em torno dos ambientes e experiências desenvolvidas (Spatial 2023). Esse direcionamento fica claro desde a página inicial do seu website, que convida as pessoas a explorarem os diversos ambientes digitais disponíveis na plataforma, todos com acesso gratuito. A interface é praticamente toda dirigida para o utilizador selecionar um dos mundos disponíveis e viver a experiência. De princípio, não há um menu que apresente outros percursos, apenas a opção de registo, caso ainda não tenha sido feito, e a de criação de um novo mundo.

Os ambientes virtuais presentes na plataforma são independentes e não fazem parte de ilhas ou terrenos, como nas plataformas *Decentraland* e *Second Life*. Com isto, não há a necessidade de posse ou arrendamento de terras para a construção de um ambiente imersivo, reforçando, mais uma vez, o propósito de popularização de experiências e encontros virtuais da plataforma.

Considerando que a plataforma possui um perfil dedicado à vivência de experiências e aos encontros, foi avaliada como muito satisfatória no critério propósito.

Acesso

Como já comentado, a plataforma oferece diversas possibilidades de acesso, sendo este um dos pontos-chave de sua popularidade. O processo de registo no sistema é simples e ágil, permitindo ao utilizador aceder a qualquer ambiente rapidamente. Posteriormente poderá incrementar os dados de perfil e fazer alterações no avatar, caso deseje. Ainda se tratando do avatar, a plataforma permite a criação de um avatar a partir de uma fotografia do rosto do utilizador, agilizando e simplificando, assim, o processo de personalização.

O *Spatial* permite acesso por meio de uma ampla gama de dispositivos, nomeadamente óculos de realidade virtual, telemóveis, tablets e computadores pessoais, tornando-o acessível a um grande público. Também não é necessário instalar nenhum software, ou seja, os ambientes podem ser visitados diretamente pelo navegador de internet.

Por fim, o processo para aceder e sair dos ambientes virtuais também é muito simples, bastando premir o botão correspondente a estas ações na interface de utilizador. É bastante intuitivo e amigável, não requer conhecimento ou experiência prévia do utilizador em ambientes de videojogos ou plataformas de realidade virtual.

Os pontos acima nos levam a crer que a barreira de acesso à plataforma é muito baixa, facto que nos permite avaliá-la como muito satisfatória em termos de acesso.

Documentação

A documentação para criadores é ampla e organizada por tópicos, abrangendo desde os primeiros passos na utilização da plataforma até as configurações mais específicas dos ambientes criados. Além da ampla cobertura de conteúdos, a plataforma oferece também um serviço de suporte técnico próprio. E como a *Spatial* utiliza o *Unity* como seu motor de processamento de 3D e interação, a documentação também nos direciona para uma série de tutoriais e informações disponibilizada pela *Unity*.

Por englobar diversos temas importantes da plataforma, de forma organizada e com suporte próprio, avaliamos a documentação como muito satisfatória.

Sistema

Conforme já explicado, a plataforma *Spatial* possui um sistema muito fácil e ágil de acesso, além de apresentar boa capacidade de processamento de imagens e som nos navegadores de internet dos utilizadores, não sendo necessária a instalação de uma aplicação específica.

O SDK do seu sistema proprietário trabalha com a tecnologia *Unity*, que se utiliza primordialmente do *C#*, uma linguagem de alto nível. Além disso, também oferece a possibilidade de programar as interações do ambiente virtual de forma visual, ou seja, com uma menor dependência formal da sintaxe da linguagem de programação, privilegiando a lógica que se espera do código.

A plataforma também permite a realização de diversas integrações, por meio de APIs. Desde integração com *Google Drive*, *Office 365* e *Sketchfab*, para consumo de ficheiros albergados nestas plataformas até serviços de trabalho colaborativo como *Figma* e *Slack*, que poderão ser utilizados nos ambientes de metaverso por equipas de trabalho. Há também a

possibilidade de integrar outras APIs ao ambiente de realidade virtual criado por meio do processo de programação do mesmo.

O ambiente de criação da própria plataforma, SDK, que é integrado ao *Unity*, apresenta relativa robustez e ainda há a possibilidade de integração de ficheiros criados em softwares dedicados à modelagem 3D, portanto avaliamos o sistema como muito satisfatório.

Comunidade

Apesar de ter sido lançada em 2016, foi durante o período da pandemia do Covid-19 que a *Spatial* vislumbrou um aumento exponencial de utilização. Segundo informam em seu blogue, obtiveram 1000% de incremento na sua utilização e aumento de 130x na sua base de utilizadores diários ativos. A ampliação dos canais de acesso à plataforma e a implementação dos telemóveis e óculos de realidade virtual, também foram decisivos para este incremento (Spatial 2020).

Outro ponto a ressaltar é a utilização totalmente gratuita da plataforma, tanto para os criadores quanto para os utilizadores finais. Diferente das plataformas *Decentraland* e *Second Life*, que requerem aquisição de terreno para construção de experiências, não há barreiras financeiras para os criadores desenvolverem os seus mundos e disponibilizarem na plataforma. Com isso, a *Spatial* consegue oferecer constantemente novidades para os utilizadores finais.

Pela sua facilidade de acesso, abertura e suporte ao desenvolvimento de novos ambientes, avaliamos este quesito como muito satisfatório.

3.4.5 VR Chat

Lançada em 2014, é voltada à criação de ambientes de realidade virtual que permitam a socialização e comunicação entre as pessoas, como o próprio nome indica. Como é comum em plataformas de metaverso, o seu uso também deriva para o universo dos jogos multijogadores e realização de eventos online.

A sua proposta baseia-se em navegar entre os ambientes criados pela própria comunidade, os quais ficam hospedados em servidores distintos, todos de propriedade da *VR Chat*. Portanto, a experiência nessa plataforma, diferentemente de explorar os terrenos de uma grande área, como em *Decentraland*, é navegar por ambientes com propostas e experiências distintas, quer hajam utilizadores presentes nele ou não. O utilizador inicia a sua experiência na área principal, um espaço virtual em 3D a ser explorado e a partir deste, poderão ser selecionados outros ambientes para onde o avatar será transportado.

Propósito

Conforme presente e ressaltado nos termos de uso da *VR Chat*, a plataforma propõe-se a vivência, criação e publicação de ambientes voltados a experiências sociais de realidade virtual (VR Chat 2023a). Aliado a essa declaração, vale ressaltar que diferentemente das demais plataformas estudadas, a *VR Chat* não conta com o recurso de criptomoeda (própria ou de

terceiros), muito menos comercialização de itens digitais, reforçando assim o seu foco no propósito declarado.

Como o conceito de experiência virtual é amplo, abarca também o universo dos videojogos, que possuem presença de destaque na plataforma, mas sem protagonismo. O foco é mesmo nas motivações sociais, como interação com as pessoas, áudio 3D especializado, para reforçar a sensação de espaço e distância, experimentação com a autoexpressão de identidade e criação de mundos para convidar pessoas a participar deles. Um uso muito comum da plataforma tem sido para festas em realidade virtual, conforme noticiado pelo *The New York Times* (NY Times 2022).

O propósito da plataforma vai ao encontro das expectativas do presente projeto e, portanto, foi avaliada neste quesito como muito satisfatória.

Acesso

Há duas formas de aceder ao ambiente do *VR Chat*: 1) por meio de óculos de realidade virtual; 2) por um computador pessoal. Em ambos os casos, será necessário realizar a instalação da aplicação no dispositivo que for utilizado para o acesso.

Não é possível aceder aos ambientes virtuais por meio do navegador do computador, nem por dispositivos móveis. Não chega a ser uma barreira ao acesso, mas por não ter uma vasta amplitude de possibilidades de acesso e utilização, consideramos apenas satisfatório a avaliação deste quesito.

Documentação

Assim como as demais plataformas, a documentação abarca os pontos primordiais para o desenvolvimento de ambientes e experiências, inclusive, conteúdos para a solução de problemas já mapeados.

Em termos de volume e extensão, a documentação é menor do que as demais plataformas, possivelmente pela sua própria arquitetura: ao possuir integração direta com sistemas de criação de avatares e com a tecnologia *Unity*, que se utiliza da linguagem C#, as documentações específicas de cada um desses assuntos podem ser consultadas facilmente nos respetivos sítios.

Por abranger os temas importantes da plataforma e possuir guias para possíveis problemas, avaliamos este item como muito satisfatório.

Sistema

Um ponto forte da plataforma é justamente o seu sistema, pois o seu SDK possui integração direta com o motor de desenvolvimento *Unity*, tecnologia líder no mercado de games 2D e 3D. Com o *Unity* é possível modelar o ambiente virtual, criar animações e inserir código de programação para possibilitar interações. A linguagem de programação utilizada é o C#, de alto nível e com uma grande comunidade em torno dela.

Há também outra linguagem de programação utilizada pela plataforma, criada pela própria equipa, intitulada de *Udon*. Ela possui integração com o módulo *Unity* do SDK e é

possível utilizar uma interface gráfica de programação de eventos e interações para os ambientes virtuais criados.

VR Chat opera em seus próprios servidores e não possui ou está construído em uma rede de blockchain, como por exemplo *Decentraland* e *Roblox*. Mas, ainda assim, e independente desta questão, permite a integração com aplicações web, por meio de integração com APIs disponíveis para serem consumidas por sistemas terceiros.

Ao usar a tecnologia do *Unity*, amplamente utilizada para projetos de complexidade diversa e possuir uma comunidade grande ao redor dela, além de permitir integrações com outros sistemas via APIs, o quesito sistema foi considerado muito satisfatório.

Comunidade

Segundo comunicado pela empresa no seu website (VR Chat 2023b), há mais de 25.000 mundos criados pela comunidade na plataforma *VR Chat*. E conforme informado pelo sistema de métricas da plataforma, em janeiro deste ano a média diária de utilizadores ativos chegou a 55 mil pessoas (VR Chat 2023c).

Trata-se de um número não tão vultoso quanto os da *Roblox*, mas estão em linha com os indicadores da *Decentraland*. Nesse sentido, avaliamos este quesito como muito satisfatório.






Na tabela 1 foram sumarizados os argumentos favoráveis e os contrários à adoção da plataforma para o desenvolvimento do projeto. Já na tabela 2 apresentamos as respectivas avaliações quantitativas.

Tabela 1: Análise das plataformas de metaverso para o desenvolvimento do projeto

Plataforma	Critério	Argumentos
Decentraland	Propósito	Mundo <i>open source</i> onde os utilizadores podem criar e viver experiências, além de monetizar as suas criações. Perfil mais dirigido à exploração de mundos e artigos virtuais colecionáveis (NFTs).
	Acesso	Acesso por browser, mas somente por computador. Para uma melhor experiência, é necessário possuir registo em carteira digital (<i>blockchain</i>). Para criadores, é necessário adquirir terrenos para a publicação de experiências.
	Documentação	Extensa e bem organizada, abrange todos os assuntos importantes para o desenvolvimento do projeto.
	Sistema	Sistema próprio para criação de avatares e cenários, com possibilidade de integração de ficheiros em formato gITF. Integração com APIs.
	Comunidade	Mais de 50 mil utilizadores ativos por mês.
Roblox	Propósito	Explorar diversas possibilidades de jogos MMOSG. Incentivo à comercialização na plataforma.
	Acesso	Amplo, por qualquer navegador.
	Documentação	Extensa.
	Sistema	Sistema próprio para criação de avatares e cenários. Integração com diversas APIs. Mas não oferece amplitude de movimento de câmara.
	Comunidade	Plataforma mais popular de todas.
Second Life	Propósito	Mundo virtual para a socialização, criação digital e explorar experiências. Incentivo a comercialização na plataforma.

	Acesso	Apenas por computador. Necessário realizar download do software de visualização da plataforma.
	Documentação	Extensa para a linguagem LSL. Demais temas carecem de maior cobertura e profundidade.
	Sistema	Sistema próprio para criação de avatares e cenários. Integração com softwares de 3D e linguagem de programação proprietária.
	Comunidade	Plataforma mais antiga dentre as analisadas, possui muitos utilizadores cadastrados e base considerável de utilizadores activos diários.
Spatial	Propósito	Plataforma para experiências sociais e colaboração em ambientes virtuais.
	Acesso	Amplo: telemóveis, computadores pessoais e óculos de RV. Não é necessário instalar aplicação.
	Documentação	Abrange os pontos principais e é bem organizada.
	Sistema	Utiliza Unity, o sistema para desenvolvimento de jogos 2D e 3D mais utilizado atualmente. Linguagens de programação C# e também visual.
	Comunidade	Desde meados de 2020 vem crescendo sua base de utilizadores e criadores.
VR Chat	Propósito	Plataforma para experiências sociais em ambientes virtuais e jogos.
	Acesso	Óculos de RV e PC, mas é necessário instalar a aplicação no computador.
	Documentação	Abrange os pontos principais e é bem organizada.
	Sistema	Utiliza Unity, o sistema para desenvolvimento de jogos 2D e 3D mais utilizado atualmente. Linguagens de programação C# e Udon.
	Comunidade	Mais de 25 mil mundos criados e com pico de 55 mil utilizadores activos diários em janeiro de 2023.

Tabela 2: Avaliação das plataformas de metaverso para o desenvolvimento do projeto

	 Spatial	 VR CHAT	 ROBLOX	 Decentraland	 SECOND LIFE
Propósito	★★★★★	★★★★★	★★★☆☆	★★★★☆	★★★★☆
Acesso	★★★★★	★★★★☆	★★★★★	★★★☆☆	★★★★☆
Documentação	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★☆
Sistema	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★★★★☆	★★★★☆
Comunidade	★★★★★	★★★★★	★★★★★	★★★★☆	★★★★★
Final rate	5.0	4.8	4.4	3.8	3.8

3.4.6 Conclusão

Como se pôde verificar, a plataforma melhor avaliada e, portanto, mais indicada para o desenvolvimento do projeto, é a *Spatial*. O propósito da plataforma, aliado a facilidade de acesso e ao potencial tecnológico, devido à integração direta da tecnologia *Unity* com a

plataforma, fizeram a diferença para destacá-la e colocá-la à frente da *VR Chat* ou *Roblox*, também avaliadas com média acima de 4.

Com a *Spatial* será possível lidar com as tarefas de modelagem 3D, animação, edição de som e aplicação dos comandos de programação para tornar os objetos e o ambiente virtual mais interativos e responsivos aos utilizadores, além de permitir diversas integrações, pontos estes primordiais para o desenvolvimento do presente projeto.

4. Métodos para a implementação do projeto

Nesta secção, descreveremos os métodos utilizados para implementar o projeto proposto nesta dissertação de mestrado. Serão apresentados os procedimentos utilizados, as etapas seguidas e as ferramentas empregadas no desenvolvimento e efetivação do projeto, com as respetivas justificações das escolhas e decisões tomadas.

4.1 Pesquisa de utilizador

Os sistemas são desenhados para serem utilizados por pessoas, portanto, é necessário projetá-los considerando os seus utilizadores. A pesquisa de usuário consiste no estudo do público-alvo para compreender as suas necessidades e expectativas, visando desenvolver uma solução que esteja alinhada com as suas necessidades, colocando-os no centro do processo de *design* (Preece, Rogers and Sharp 2015). Nesta etapa de projeto, procedemos à criação de *personas* e respetivos cenários de utilização e, por fim, à definição de requisitos do sistema, com base nas necessidades dos utilizadores, que iremos detalhar nas secções seguintes.

4.1.1 Público-alvo

Na primeira fase do projeto de investigação ConectAR, foram realizados grupos focais com pessoas com DRC e cuidadores, para explorar o seu interesse no envolvimento numa rede colaborativa de PPI, e para as sugestões de implementação da rede alinhada com as suas necessidades e interesses (Areia et al. 2022). Apropriámo-nos de alguns dos resultados destes grupos focais para a construção das *personas* e respetivos cenários de uso.

Os utilizadores primordiais, isto é, os que utilizarão o ambiente com maior frequência, são os doentes/cuidadores/cidadãos e os investigadores que fazem parte da Rede ConectAR. Nesse sentido, a construção dos cenários de uso e definição de requisitos do projeto foram realizados considerando estes dois perfis de utilizadores.

Vamos iniciar pelo perfil dos doentes/cuidadores/cidadãos. Conforme a solicitação deste público durante os grupos focais, a motivação para aceder um ambiente digital está mais relacionada a ter um espaço agradável onde possam encontrar conteúdos sobre doenças respiratórias e partilhar experiências, dúvidas, ansiedades e conhecimentos com outros doentes,

investigadores e profissionais de saúde, do que ter um ambiente formal ligado à academia ou que remeta para o ambiente hospitalar. A motivação deste público em aceder à comunidade está, portanto, relacionada ao desejo de aprender mais sobre a sua doença e, principalmente, de não se sentirem sozinhos nas suas preocupações e ansiedades relacionadas com a saúde respiratória.

Já em relação ao segundo grupo de utilizadores, a motivação dos investigadores para uso do ambiente virtual, está relacionada com a partilha de conteúdos e comunicação de resultados, possibilidade de realizar reuniões remotas e de se aproximar dos doentes, para contar com a sua perspetiva no processo de investigação. Portanto, prevemos uma relação mais funcional com o ambiente virtual.

Para uma melhor compreensão de ambos os perfis de utilizadores, desenvolvemos *personas* que representam utilizadores ideais do ambiente virtual. Tais *personas* irão auxiliar a manter a perspetiva do utilizador ao longo do desenvolvimento do projeto. Cada persona irá representar um dos três grupos principais de utilizadores: Nuno é a persona relativa aos doentes (Figura 21), Inês representa o grupo de cuidadores (Figura 22) e a Margarida representa o grupo de investigadores (Figura 23).



Figura 21: Persona 1 - Nuno Castro – Asmático (fotografia: Freepik)



Figura 22: Persona 2 –Inês Gomes – Cuidadora (fotografia: Freepik)



Figura 23: Persona 3 – Margarida Moás – Investigadora (fotografia: Freepik)

4.1.2 Cenários de utilização

Cenários de interação do utilizador são ferramentas cujo objetivo é entender como os utilizadores podem visualizar e interagir com um sistema. Esses cenários também ajudam a perceber as principais funcionalidades que um sistema deve ter, em qual contexto será utilizado e quais desafios os utilizadores poderão enfrentar. Portanto, esses cenários são histórias curtas, focadas na perspectiva do utilizador relativamente ao produto, no caso o ambiente virtual, nas situações em que ele pode ser utilizado e o que poderá ser feito dele.

Cenário 1: Nuno

O Nuno acede ao ambiente virtual da Rede ConectAR no seu computador, utilizado para jogar videojogos. A sua mãe, que faz parte da comunidade da Rede ConectAR, contou-lhe sobre o ambiente de metaverso do projeto, fazendo com que Nuno ficasse curioso para conhecer. Ele então acede ao perfil do Instagram da Rede ConectAR, em busca da ligação para aceder ao ambiente do metaverso. Uma vez no ambiente de metaverso da Rede ConectAR, Nuno explora o espaço inicial, onde percebe os objetivos do projeto e por quem foi fundado. Após interagir com os conteúdos encontra um painel que indica a existência de outros espaços e que o convida a visitá-los. Ele resolve, então, visitar o espaço cujo título indica que ele encontrará dicas de saúde, algo com que ele começou a se preocupar, pois tem saído cada vez mais com os seus amigos para praticar desporto em parques e caso tenha uma crise de asma, precisa saber como agir nestas situações. Nuno prime o botão que se encontra junto à imagem referente a esse espaço, para que o seu avatar seja transportado para lá. Ao chegar a esse espaço, o Nuno encontra telas com vídeos e uma imagem com ligação externa para descarregar dicas sobre como agir durante uma crise de asma. Ele também descobre que pode viajar para outros espaços dentro do ambiente e começa a explorar, descobrindo diferentes conteúdos com os quais pode interagir e encontrando outros utilizadores que também estão no ambiente, com os quais começa a conversar pela ferramenta de *chat*. No início o Nuno encontrou um pouco de dificuldade em entender a lógica do transporte para outros espaços, mas após a primeira viagem que fez, passou a ser intuitivo.

Cenário 2: Inês

A Inês, amiga e colega de trabalho de uma pessoa com asma, descobre o ambiente de metaverso da Rede ConectAR pelas redes sociais do projeto. Ela costuma procurar informações sobre asma na ‘internet’ devido às preocupações com a saúde da sua amiga. Ao saber do ambiente virtual da Rede ConectAR, a Inês fica interessada em aprender mais sobre assunto e imagina que assim poderá ser de uma maneira mais divertida. Apesar de ser nova nesse tipo de ambiente, ela se surpreende com a facilidade de acesso pelo telemóvel. Embora tenha inicialmente enfrentado dificuldades para se deslocar pelo ambiente, a Inês logo se familiariza com a navegação e explora os conteúdos disponíveis. Ela encontra vídeos informativos e outros recursos, mas ainda não descobriu as ferramentas de interação social. Apesar das dificuldades, a

experiência geral é positiva, despertando o seu interesse em regressar ao ambiente no futuro para procurar novidades.

Cenário 3: Margarida

A Margarida, uma investigadora na área de saúde respiratória, descobre a Rede ConectAR nas suas pesquisas *online* e fica curiosa sobre o uso do metaverso para divulgação científica. Ela acede ao ambiente virtual pelo seu computador de trabalho e considera positivo o facto de não precisar se registar na plataforma para poder entrar no ambiente virtual, pois preocupa-se com o tratamento dos seus dados pessoais pelas empresas de tecnologia. Logo no primeiro espaço, encontra informações sobre o projeto e a equipa fundadora, despertando o seu interesse em participar na comunidade. Ao perceber que existem outros espaços, a Margarida opta por ir à Biblioteca, onde procura artigos científicos produzidos no âmbito do projeto, considerando mais prático do que entrar em contacto direto com os investigadores. No início, ela enfrenta algumas dificuldades para entender e aplicar os comandos do avatar, mas assim que descobre que pode clicar no chão para se deslocar, sua experiência melhora significativamente. Além de explorar os conteúdos didáticos disponíveis, a Margarida fica curiosa com a sala de reuniões e imagina como seria participar em eventos futuros no local.

4.1.3 Definição dos requisitos

Os requisitos desempenham um papel crucial no desenvolvimento de projetos digitais, pois são as diretrizes que definem o que o produto final deve ser capaz de realizar. Partiremos das informações levantadas na etapa de pesquisa de utilizador, quando analisamos e definimos as necessidades e expectativas dos utilizadores, acrescentando as restrições técnicas que a plataforma *Spatial*, escolhida para o projeto, nos impõe.

Apresentaremos primeiro os não funcionais, relativos à plataforma *Spatial*, seguido dos requisitos funcionais, que especificam as funcionalidades e características que o ambiente virtual deve possuir, em termos de interatividade e imersão.

Requisitos não funcionais:

1. **Acesso anónimo:** como estratégia de proteção a informações pessoais, o ambiente deverá poder ser acedido de forma anónima, sem a obrigatoriedade de o utilizador ter de se registar na plataforma;
2. **Responsividade:** o ambiente virtual deverá permitir acesso por dispositivos diversos, sem prejuízo à interatividade do sistema com o utilizador.

Requisitos funcionais:

3. Permitir aos administradores do ambiente a inserção e retirada de conteúdos diretamente no ambiente virtual;
4. Permitir que os administradores do ambiente virtual partilhem o ecrã no espaço dedicado às reuniões de equipa;
5. Possibilidade de os utilizadores interagirem e controlarem a reprodução dos conteúdos disponíveis no ambiente;
6. Possibilitar que os utilizadores descarreguem ficheiros dos conteúdos presentes no ambiente virtual;
7. Permitir que os utilizadores acedam ligações externas ao ambiente virtual;
8. Possibilitar aos utilizadores experimentarem todos os espaços que fazem parte do ambiente virtual;
9. Permitir que os utilizadores criem o próprio avatar, a partir de uma fotografia pessoal ou então por meio de ferramentas de edição online;
10. Possibilitar a inserção e a reprodução de vídeos, fotografias e ficheiros no formato PDF;
11. Permitir que os utilizadores tenham acesso a arquivos importantes, como documentos científicos, folhetos informativos ou materiais educacionais, que possam ser descarregados para leitura e referência futura;
12. Permitir a criação de portais ou ligações para redirecionar os utilizadores para espaços específicos dentro do metaverso, permitindo a navegação e a exploração dos diferentes conteúdos e funcionalidades disponíveis.

4.2 Arquitetura do ambiente virtual

4.2.1 Inventário de conteúdo

O inventário de conteúdo é uma etapa fundamental do projeto, pois com ele organizamos e estruturamos os conteúdos produzidos pelo ConectAR que deverão estar presentes no ambiente virtual. Portanto, esta etapa consiste na identificação e documentação de todos os elementos de conteúdo presentes no projeto, como textos, imagens, vídeos e áudios. Além disso, o inventário dá contributo a uma melhor experiência de utilizador, pois impacta diretamente na organização do ambiente virtual.

Fizemos o levantamento de todo o conteúdo produzido pelo projeto de investigação ConectAR, que deveria estar presente na primeira versão do ambiente de metaverso. Ao organizarmos tais conteúdos, percebemos que poderiam ser agrupados categorias temáticas, sendo elas:

1. Institucional: conteúdos relativos a uma abordagem “quem somos”, com depoimentos em vídeo de pessoas com asma e cuidadores, vinheta que convida as pessoas a participar da rede, além de fotografias dos investigadores que fundaram o projeto;
2. Conteúdos didáticos e dicas para a saúde: vídeo didático, que ensina a utilizar o inalador corretamente; vídeo que apresenta dicas práticas do que fazer quando a pessoa está com crise de asma, além de documento em PDF com as dicas descritas em sete passos;
3. Documentos científicos: publicações (artigos, resumos e participações em eventos) e prémios recebidos pelo projeto;
4. Atividades realizadas: registos de eventos e atividades realizadas no âmbito do projeto de investigação ConectAR (registos de eventos e atividades artístico-culturais).

A partir desta categorização, realizamos a organização do inventário de conteúdo, conforme a Tabela 3. Nomeamos cada categoria de conteúdo com base na observação que fizemos e mantivemos apenas as informações relevantes para o desenvolvimento do projeto, uma vez que “nível da página”, “URL” e “palavras-chave” não se aplicam à natureza do presente projeto.

Tabela 3: Inventário de conteúdos

Id	Título	Tipo de conteúdo	Tipo de média
1	Quem somos	Informações gerais sobre o projeto de investigação ConectAR	Texto
		Demais canais de comunicação do projeto de investigação ConectAR (redes sociais e inscrição)	Ligação externa
		Vinheta convidando a participar da Rede ConectAR	Vídeo
		Depoimentos	Vídeo
		Equipa inicial do projeto	Fotografia
2	Dicas para a saúde e bem-estar	Orientações acerca de como agir em caso de asma	Vídeo
		Passos do que fazer em caso de asma	PDF
		Tutorial de utilização correta do inalador	Vídeo

3	Produção científica	Artigos científicos e resumos	Ligação externa
		Prémios recebidos pelo projeto	PDF
4	Galeria de arte e memórias partilhadas	Registos de eventos realizados	Fotografia
		Registo de workshop inicial	Vídeo
		Produção artística-cultural no âmbito do projeto de investigação ConectAR	Fotografia
		Experiência sonora imersiva, que convida o utilizador à se consciencializar da própria respiração	Áudio

4.2.2 Arquitetura do sistema

A arquitetura do sistema do ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR foi projetada para fornecer um ambiente virtual interativo e imersivo para os utilizadores. Como já defendido na secção sobre a escolha da plataforma *Spatial*, é possível aceder ao sistema por meio de diferentes dispositivos, como óculos de RV, computadores pessoais (navegador de internet) e telemóveis (aplicação móvel), proporcionando flexibilidade e acessibilidade aos utilizadores.

Por outro lado, a plataforma *Spatial* limita o envio de pacotes de ficheiros com no máximo 500 MB de tamanho. Portanto, para oferecermos um ambiente com modelos e texturas mais realistas que promovam uma maior sensação de imersão, foi necessário criar espaços específicos para cada parte do ambiente virtual e conectá-los por meio de ligações (ou portais, segundo o vocabulário do *Spatial*).

A fim de criar um ambiente virtual rico e diversificado que abarque toda a variedade de conteúdos produzidos pelo projeto de investigação ConectAR, dividimos o projeto em cinco espaços distintos. Esta segmentação permite uma organização clara e prevê facilitar a navegação dos utilizadores dentro do ambiente virtual. Optamos por organizar os espaços conforme o inventário de conteúdos, uma vez que já foram agrupados conforme os temas gerais da diversa produção do projeto de investigação ConectAR, acrescentando um quinto espaço, que será dedicado às reuniões de equipa e realização de eventos.

Para mantermos o carácter de um ambiente único, apenas subdividido em secções, em paralelo com a organização de sítios web, propomos que os utilizadores acessem ao ambiente sempre pelo mesmo espaço, dedicado aos conteúdos nomeados como “Quem somos”. A partir

deste espaço, os utilizadores poderão aceder quaisquer outros, por meio do portal de teletransporte.

4.3 Referências visuais

No processo de conceção do ambiente virtual, procurámos uma cuidadosa seleção de referências visuais para guiar o processo criativo. Com o intuito de criar um ambiente original e singular, procurámos inspiração na história da arquitetura, arte e do *design*. Com isso também queremos reforçar o vínculo do projeto de investigação ConectAR com as artes como uma estratégia de construção da comunidade.

Realizamos um recorte na história da arte, buscando no surrealismo alguns elementos visuais que pudessem trazer certa surpresa e peculiaridade ao ambiente virtual em sua totalidade. Debruçamo-nos, em especial, na obra de dois expoentes da pintura surrealista, nomeadamente Salvador Dalí e René Magritte. Interessou-nos muito como ambos os artistas constroem paisagens que não são sufocantes, pelo contrário, buscam a abertura e a amplitude, apresentando espaços que apresentam, ao mesmo tempo, elementos comuns à realidade quotidiana, porém sem qualquer determinação a um lugar em particular (Figura 24). Por outras palavras, ambientes do presente tempo (em detrimento a ambientes futuristas, por exemplo), mas fruto puramente das suas respetivas visões; ambientes entre o real e o imaginado, que nos convidam a neles imergir.

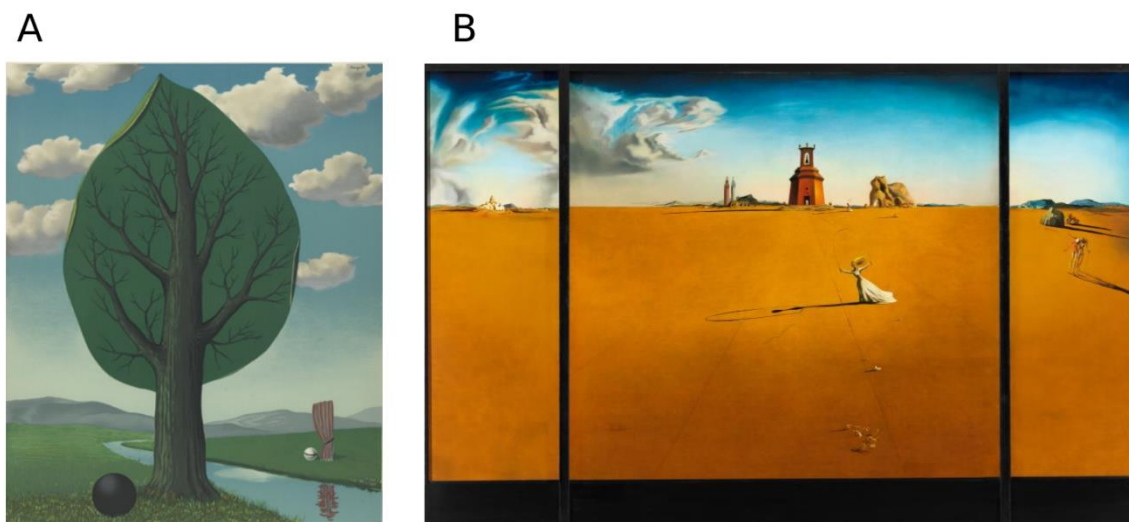


Figura 24: (A) René Magritte - La Géant; (B) Salvador Dalí - Muchacha saltando a la cuerda en un paisaje

Especialmente na obra de Dalí, encontramos outra estratégia de interesse, o contraste entre objetos e personagens que possuem uma escala desproporcional entre si ou relativamente ao cenário. O pintor utiliza essa estratégia para reforçar o carácter simbólico de suas pinturas (Figura 25) e, portanto, nos interessa aplicar na construção do ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR.



Figura 25: Salvador Dalí – Les elephants

Já para oferecer uma experiência imersiva agradável e relaxante, procuramos identificar que tipo de ambiente, no mundo real, oferece um espaço aberto e amplo, sem poluição sonora e que convida as pessoas a respirarem profundamente. Entendemos que os parques são este ambiente ideal, pois atendem a esses requisitos. Somando-se a isto, sabemos que muitas pessoas com asma evitam espaços na natureza, especialmente na primavera, uma vez que o pólen é um dos principais fatores de risco para a crise de asma. Nesse sentido, o ambiente virtual poderia proporcionar esta experiência às pessoas que evitam os espaços verdes.

Para isso, inspirámo-nos no Parque de Serralves, localizado no Porto, uma vez que promove uma relação entre natureza e arte, e também possibilita a criação de pontos de interesse para o utilizador, no ambiente virtual. O Parque da Cidade do Porto também fez parte das nossas referências, por ser um espaço muito agradável que proporciona serenidade, além da sua diversidade paisagista (proximidade do mar, lago e áreas de relvado, etc.) (Figura 26).



Figura 26: (A) Parque da Cidade do Porto; (B) Parque de Serralves (Porto)

Somado ao ambiente dos parques, procuramos referências na história da arquitetura, em especial para a sala de reuniões. Nos inspiramos, portanto, nos antigos teatros romanos, nomeadamente o Teatro Antigo de Taormina, na Sicília (Figura 27). Sua estrutura circular, transportada para uma estrutura menor, permitirá uma relação mais horizontal para as reuniões de equipa, onde todos os participantes poderão estar de frente aos demais. E por ser um espaço

aberto e com vista para o horizonte, alinha-se perfeitamente bem o conceito geral do ambiente virtual.



Figura 27: Antigo Teatro de Taormina

Por fim, buscamos na história do *'design'* uma forma de operar um diálogo entre passado e presente, entre o período clássico do *design* e dos média de massa com os ambientes digitais e um dos possíveis futuros da comunicação em rede. Com o surgimento e inserção dos aparelhos de rádio e, anos depois, dos televisores, na casa das pessoas, um novo hábito instaurou-se no quotidiano das pessoas: reunir a família em torno destes dispositivos, para consumir as informações propagadas por eles (Figura 28). Portanto, um binómio interessante se apresenta, a relação entre os média de massa, que pressupõem a passividade do espetador, e os mobiliários, em especial as cadeiras, poltronas e sofás.



Figura 28: Televisor e rádio antigos

Para reforçar este diálogo, fizemos uso de duas poltronas importantes na história do design: a Arm Chair F51, cujo projeto original é de Walter Gropius, notório diretor da escola Bauhaus, e a Cadeira Vermelha e Azul, do renomado arquiteto Gerrit Rietveld, que integrou o movimento De Stijl (figura 29).



Figura 29: (A) Cadeira de Gerrit Rietveld; (B) F51 Arm Chair (Walter Gropius)

A construção do ambiente foi realizada por meio do *Unity*, uma vez que esta é ferramenta utilizada pelo SDK da plataforma *Spatial*. Com o *Unity* construímos os espaços em si, aplicamos as texturas de vegetação e inserimos a ambientação (árvores e montanhas) conforme a sua vasta biblioteca de ativos visuais disponibilizados. Como o *Unity* também permite a inserção de código e a integração com outros sistemas, realizamos a programação das interações e integrações utilizando a linguagem *C#*.

Já para a modelagem e edição dos objetos específicos presentes no ambiente, como mobiliário, edificações e obras de arte, utilizamos a aplicação *Blender*. A integração de ambas as aplicações foi possível através da exportação dos ficheiros no formato *FBX*, padrão aceito pelo *Unity* e que mantém a qualidade desejada para o ambiente virtual.

5. Construção e implementação do ambiente virtual

5.1 Ferramentas tecnológicas

Esta secção visa fornecer uma visão geral das principais tecnologias e ferramentas utilizadas na implementação do protótipo, bem como o processo de criação e publicação do mesmo. A compreensão do processo e das potencialidades que as ferramentas nos fornecem, e mesmo as restrições que nos foram impostas, será fundamental para sustentar as decisões tomadas ao longo do processo de criação e implementação do protótipo desenvolvido.

5.1.1 Unity

A ferramenta utilizada para o desenvolvimento do ambiente 3D, inserção dos objetos e programação de algumas interações foi o *Unity*, pois, conforme demonstrado no estado da arte das plataformas, esse motor de desenvolvimento integra-se na plataforma escolhida para albergar o projeto, a *Spatial*.

O *Unity* é uma poderosa aplicação para desenvolvimento de jogos, bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D), além de ambientes imersivos. Lançada há 18 anos, é atualmente uma das principais ferramentas disponíveis no mercado. Uma das vantagens de um motor de jogo é que ele fornece recursos integrados para acelerar o desenvolvimento do projeto e permite que os criadores e programadores concentrem-se em outros aspetos do processo. Alguns desses recursos incluem física integrada, que abrange conceitos básicos como gravidade e colisões; iluminação, que envolve a integração de diferentes fontes de luz; gestão de projetos, responsável pela organização de arquivos e pastas; construção de cenas, que consiste na criação do ambiente do jogo ou ambiente virtual; e animação, que permite a criação de ciclos de movimento nos objetos.

A popularidade do *Unity* deve-se em grande medida ao facto da sua interação com plataformas diversas, ou seja, é permitido exportar os projetos para funcionar em diversos sistemas operativos. Também possibilita a publicação em plataformas digitais bem como a sua integração com a *Spatial*.

O *Unity* também possui uma biblioteca de acesso aberto, com diversos conteúdos gratuitos e pagos disponíveis para serem descarregados, chamada *Unity Asset Store* (Unity 2023). Nessa espécie de loja virtual, é possível aceder e descarregar diversos tipos de conteúdo úteis para os

projetos. Alguns dos itens disponíveis na loja incluem texturas, modelos 3D, ficheiros de áudio, tutoriais, entre outros.

O *Unity* também permite a inserção de ficheiros de programação nos projetos, baseados em *C#*, uma linguagem de alto nível que trabalha com o paradigma de orientação a objetos. A ferramenta conta também com um sistema integrado que permite a aplicação de programação no ambiente 3D, sem a necessidade da escrita do código, conhecido como programação visual.

Por fim, o *Unity* permite às empresas que possuem integração com seu sistema disponibilizar bibliotecas de subprogramas, animações, câmaras, gatilhos de disparo de eventos e demais funcionalidades que operam nos respetivos padrões tecnológicos. É o caso do *Spatial*, que em seu SDK oferece diversas funcionalidades, sem a necessidade de desenvolvimento de código específico e já nos padrões do sistema de processamento que a plataforma oferece.

5.1.2 Blender

O *Blender* é uma ferramenta de modelagem e animação 3D de código aberto. Com mais de vinte anos de existência, se destaca por sua versatilidade e recursos avançados que o tornam uma opção popular entre artistas digitais, *designers* e animadores. Com o *Blender*, é possível criar modelos tridimensionais de diferentes níveis de complexidade, realizar animações e renderização de alta qualidade.

Uma das principais vantagens do *Blender* é sua comunidade ativa e engajada que contribui com tutoriais, extensões, texturas e modelos prontos para uso. Além disso, por ser de código aberto, promove a liberdade e a colaboração, permitindo que artistas e programadores personalizem e estendam as funcionalidades da aplicação. Essas características tornam o *Blender* uma escolha acessível e poderosa para projetos de animação, modelagem e visualização 3D em diversas áreas, como cinema, jogos, arquitetura, *design* de produtos e muito mais. O *Blender* também oferece suporte a uma ampla gama de formatos de arquivo, permitindo a importação e exportação de projetos para colaboração e integração com outras ferramentas.

O *Blender* foi utilizado no presente projeto, especialmente para a edição de objetos 3D presentes no ambiente virtual, como móveis, estruturas e esculturas. A integração do *Blender* com o *Unity* foi realizada por meio da exportação dos ficheiros no formato FBX, um padrão de ficheiro que não apresenta prejuízo de qualidade e é reconhecido e processado pelo *Unity*.

5.1.3 Spatial

Conforme apresentado no estado da arte da presente dissertação, a plataforma *Spatial* é uma ferramenta para a criação e colaboração em ambientes de metaverso. Com os seus recursos avançados permite a construção de experiências virtuais numa perspetiva ‘no code’, aliado a possibilidade de integração com outros sistemas. Oferece ao utilizadores uma experiência imersiva e interativa, de forma gratuita. Uma das principais vantagens da plataforma é a disponibilidade em múltiplos dispositivos, como telemóveis, computadores pessoais e óculos de

RV, permitindo que os utilizadores acedam aos ambientes de metaverso de forma conveniente e flexível.

A integração da *Spatial* com outros sistemas é outro ponto a ser destacado, pois proporciona uma experiência rica e versátil. Os gestores do ambiente podem importar conteúdos de diferentes fontes, como o *Office* da *Microsoft* e o *Google Workspace/Drive*, e os utilizadores podem descarregar conteúdos e até tirarem fotos no ambiente e partilharem nas suas redes sociais. Além disso, a plataforma oferece suporte a avatares de corpo inteiro, permitindo que os utilizadores personalizem e representem as suas identidades virtuais de maneira mais completa. Recentemente, a *Spatial* disponibilizou a possibilidade de o utilizador criar o próprio avatar a partir de uma foto *selfie*, feita na hora, pelo telemóvel.

Outro ponto positivo da *Spatial* é o fácil processo de adesão e acesso aos ambientes de metaverso. Não é necessário realizar o registo na plataforma para começar a explorar e interagir com os espaços virtuais que a mesma disponibiliza. Isso proporciona uma experiência de acesso fácil e simplificada, além de proteger os dados pessoais dos utilizadores que não queiram partilhá-los.

Com a sua abordagem inclusiva, integrações que ampliam as suas funcionalidades e acessibilidade flexível, a plataforma *Spatial* é uma opção atrativa para a criação e colaboração em ambientes de metaverso, oferecendo uma experiência envolvente e interativa para os utilizadores.

5.2 Desenvolvimento do protótipo

Nesta secção abordaremos a criação e o desenvolvimento do protótipo do ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR, etapa crucial para transformar a visão do projeto numa realidade tangível. Durante essa fase, aplicamos os conhecimentos adquiridos na pesquisa de utilizador e na prospeção das tecnologias e ferramentas selecionadas, além do uso das referências visuais para guiarem o processo de criação do ambiente.

Vale ressaltar que nomeamos o ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR como “ConectARverse”. A partir de agora iremos nos referir ao ambiente, diversas vezes, pelo seu nome.

5.2.1 Recursos 3D

Muitos ambientes de metaverso são construídos utilizando uma estratégia de modelagem 3D conhecida como “*low poly*”, um estilo que se caracteriza pelo uso de um número reduzido de polígonos em modelos 3D, resultando em formas geométricas simples e com poucos detalhes. Esse estilo tornou-se popular, pois exige menos capacidade de processamento da placa de vídeo do computador e, portanto, apresenta melhor desempenho em dispositivos com recursos mais limitados. No entanto, para este projeto, optamos por seguir uma estratégia

contrária, pois nos interessa oferecer uma experiência mais realista para os utilizadores e, com isso, permitir uma experiência mais imersiva.

A seguir apresentaremos os principais recursos 3D utilizados no desenvolvimento do ambiente virtual. Vale ressaltar que grande parte dos recursos 3D utilizados no projeto são de autoria de terceiros, que disponibilizam as suas criações em plataformas digitais para serem utilizadas por outrem. Utilizamos três plataformas como fonte de recursos 3D para o projeto: *Unity Asset Store* (Unity 2023), *CG Trader* (CG Trader 2023) e *Sketchfab* (Sketchfab 2023).

Conforme discutido na secção 4.3 “Referências visuais”, inspirámo-nos em espaços como parques urbanos, que trazem para o seio das cidades um pouco da paisagem presente na natureza. Nesse sentido, um dos recursos 3D mais utilizados na construção do ambiente virtual foram árvores. Procurámos trabalhar com diversos tipos de árvores, em diálogo com as referências visuais, como japoneiras, coníferas e arbustos (Figura 30).

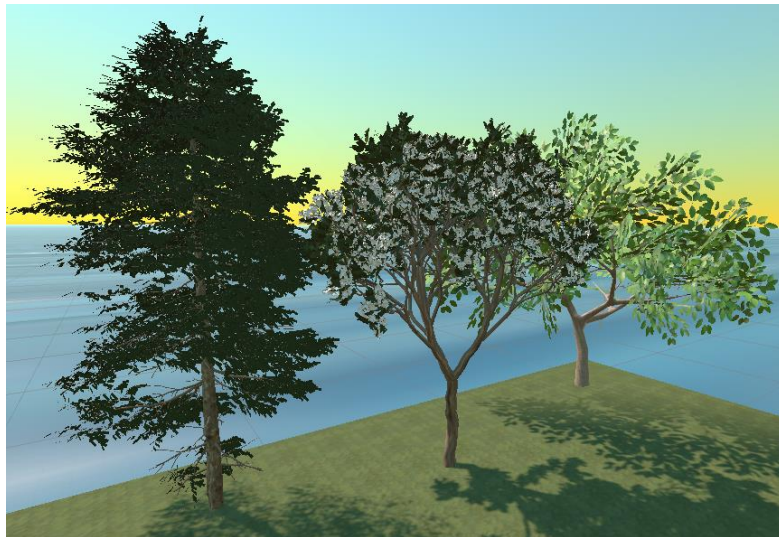


Figura 30: Amostra de modelos 3D de árvores utilizadas no projeto

Em alguns espaços, para enfatizar a sensação de um ambiente mediterrâneo, utilizamos também limoeiros (Figura 31). Com a tonalidade mais clara das suas folhas, somada à presença dos frutos, o limoeiro contribui para criar uma atmosfera ainda mais leve e confere frescura ao cenário.

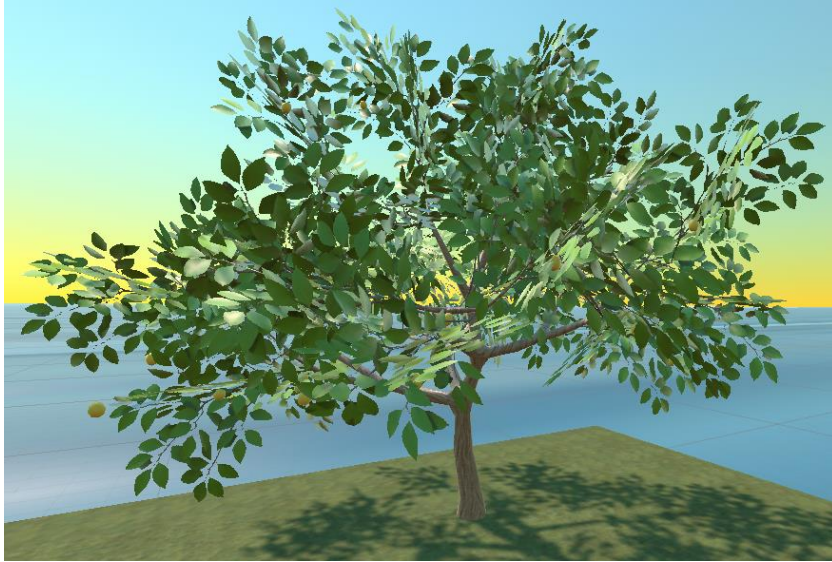


Figura 31: Modelo 3D de um limoeiro

Para cada nicho, ou ponto de interesse com propósitos específicos, utilizamos uma estratégia de mobiliário diversificado, para evitar que os espaços ficassem monótonos. Cada área em que existirem conteúdos para serem consumidos possui o respectivo mobiliário, nos quais os avatares podem sentar-se. Para criar um ambiente mais informal, utilizamos *pufes* em diversos espaços, inclusive num espaço mais funcional, como a sala de reuniões (Figura 32).



Figura 32: Modelos 3D de *pufes* e almofadas presentes no ambiente virtual

Somado à estratégia dos *pufes*, utilizamos também almofadas, para conferir uma sensação de conforto para estruturas de pedra ou madeira, já pensadas para serem utilizadas para os avatares sentarem. Além disso, utilizamos também cadeiras de balanço suspensas e cadeiras de praia, cada qual no seu contexto (Figura 33).

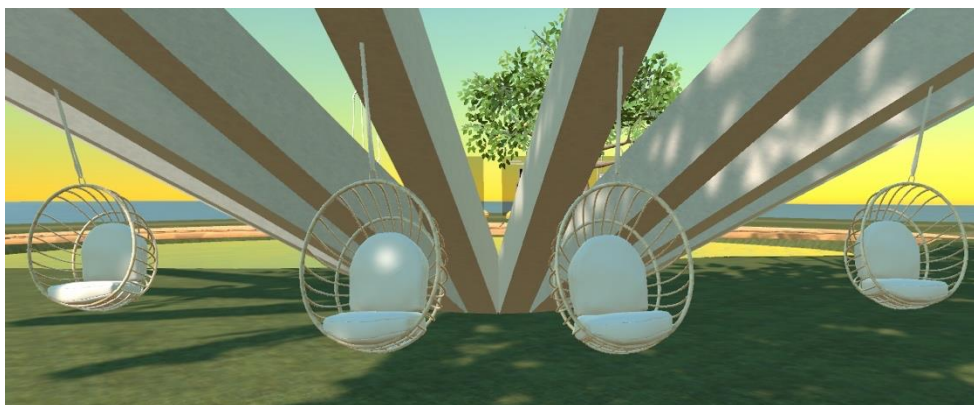


Figura 33: Modelos 3D de cadeiras de balanço presentes no ambiente denominado “Galeria”

Todos os conteúdos serão disponibilizados em diferentes meios. Quer sejam painéis onde estarão presentes textos, logótipos e fotografias, quer sejam televisores de ecrã plano ou mesmo os modelos antigos, assim como um rádio, cujo modelo data de quase há um século, para albergar a experiência sonora (Figura 34).

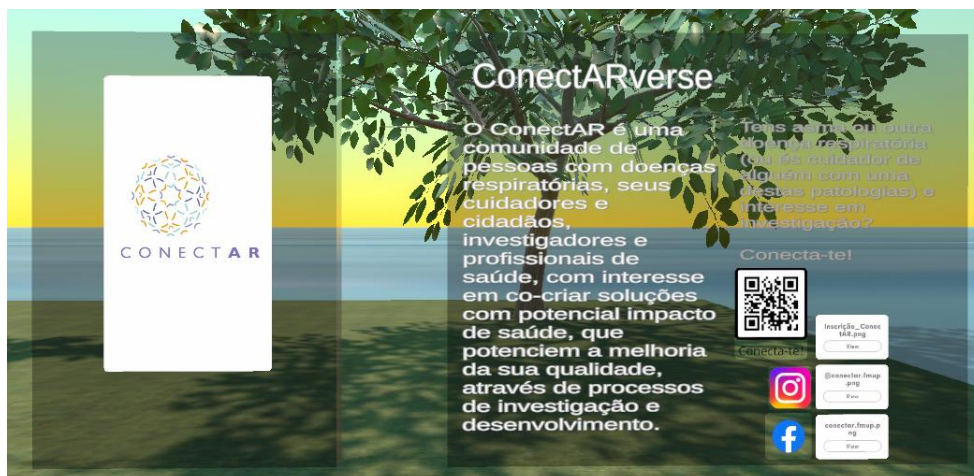


Figura 34: Modelo 3D de painéis utilizados para a inserção de textos, imagens, vídeos, e ligações externas

Trata-se tanto de uma estratégia estética, quanto funcional. Do ponto de vista estético, reforçamos os pontos de interesses no ambiente e criamos contextos para que a interação com o respetivo conteúdo ocorra. Basicamente, onde houverem objetos de média, existirá algum tipo de conteúdo (Figura 35). Ademais, sabemos que o posicionamento de conteúdos em objetos sólidos é mais fácil, e portanto, configurá-los como tais é uma estratégia funcional para a manutenção dos conteúdos no ambiente por parte dos administradores.

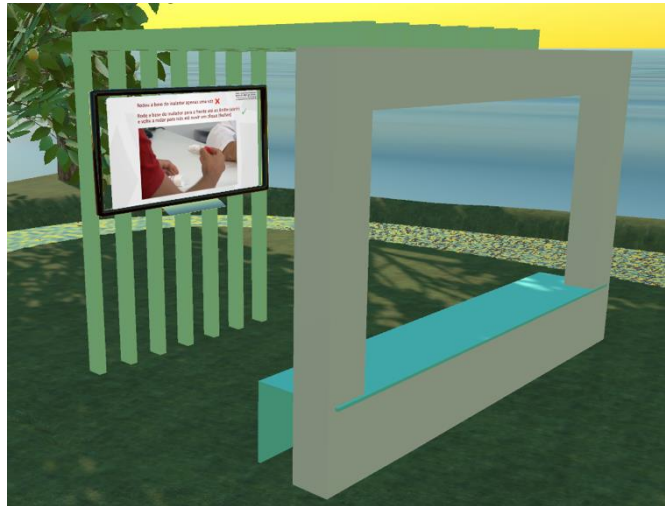


Figura 35: Modelo 3D de abrigo, contendo um televisor de ecrã plano, que por sua vez alberga um tutorial em vídeo, sobre a correta utilização do inalador

Conforme apresentado na secção sobre as referências visuais, buscamos realizar um resgate da memória de mídias hoje obsoletos, como o rádio e o televisor analógicos (Figura 36). Pretendemos assim, estabelecer um diálogo entre os primórdios da comunicação de massa com uma tecnologia contemporânea de ponta. E por serem, de certa forma, objetos alegóricos que não requerem naturalidade, tomamos a liberdade de operar os jogos de contraste de escala dos objetos com o ambiente, conferindo assim, um caráter fantasioso ao cenário.

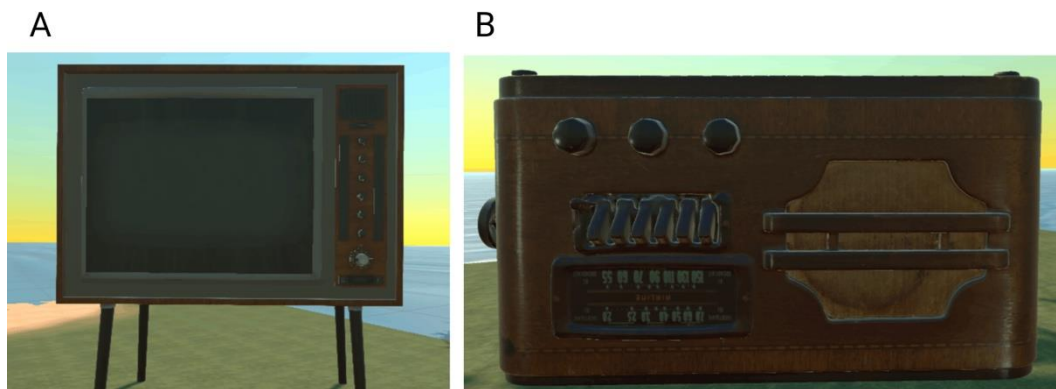


Figura 36: Modelos 3D de mídias antigas. (A) Televisor; (B) Rádio

5.2.2 Construção das cenas

O ambiente do metaverso criado está constituído por cinco espaços, ou cenas, diferentes. Tecnicamente, são cinco pacotes de ficheiros diferentes albergados na plataforma *Spatial*. Conforme já mencionado, esta organização dos espaços seguiu a arquitetura definida a partir do inventário de conteúdos, mantendo assim foco de cada espaço com o seu propósito.

Para enfatizar a sensação de um ambiente de espaço aberto, onde os utilizadores podem desfrutar de vistas panorâmicas e experimentar uma sensação de liberdade, com um horizonte

visível e uma atmosfera expansiva, optamos pelo cenário do parque no meio do oceano, ao invés de ser rodeado por montanhas. As montanhas limitariam a visão ao longe e poderiam estimular uma sensação de confinamento.

Depois da conceção geral do cenário, trabalhamos na divisão das cenas e adaptação das mesmas, no sentido de que cada qual deveria estar otimizada para os propósitos que a fundaram. Além disso, seria necessário que cada cena tivesse uma pequena área de boas-vindas com um painel que explicasse a natureza da cena, e outro, no qual estariam os portais para os demais espaços que compõem o ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR na totalidade (Figura 37).



Figura 37: Modelo 3D do painel com os botões de teletransporte para os demais espaços do ConectARverse

Sobre os portais, por definição da plataforma Spatial, estes caracterizam-se por esferas azuladas com quase a mesma escala do avatar do utilizador. Como optamos por criar painéis de teletransporte, diminuámos a escala das esferas e as fixamos no painel junto das respetivas imagens dos cenários a que levam, para funcionarem como botões.

No que se refere ao uso de tipografia e textura no desenvolvimento de nosso ambiente virtual, tomamos decisões deliberadas a fim de otimizar a clareza e a funcionalidade do ambiente. Primeiramente, escolhemos utilizar uma tipografia sem serifa. Isso foi fundamentado na compreensão de que as serifas, facilmente perceptíveis em impressões em papel, tornam-se menos distintas quando visualizadas em ecrãs. Além disso, o ambiente em si já está repleto de elementos com significado e uma tipografia sem serifa oferece um perfil mais neutro, que evita competir com esses elementos, favorecendo assim a experiência do utilizador.

Em relação à textura dos painéis presentes no ambiente, também houve uma modificação significativa, pois, inicialmente, os painéis possuíam uma textura com pouca opacidade. Embora essa estética apresentasse um apelo visual interessante, percebemos que ela poderia comprometer a legibilidade do texto. Sendo assim, para aumentar o contraste entre a tipografia e o plano de fundo, decidimos alterar a textura para um tom mais escuro e com um grau de

opacidade superior, em vista de melhorar a eficiência no processo de comunicação das informações no ambiente virtual (Figura 38).

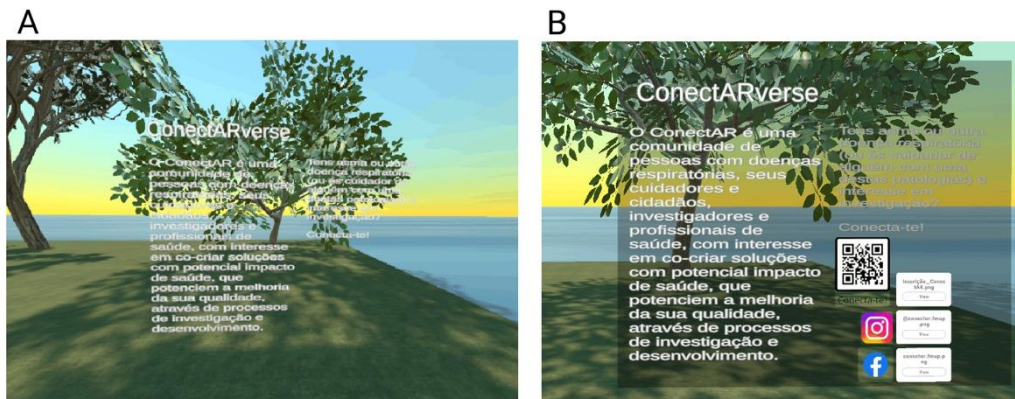


Figura 38: Evolução da textura dos painéis. Alteramos a textura de vidro translúcido (A) para a textura com maior opacidade (B).

A entrada oficial para o ambiente é feita pela secção nomeada de ConectARverse, nome do ambiente de metaverso, e é dedicada aos conteúdos organizados sob a categoria “Quem somos” (Figura 39). Nesse espaço os utilizadores poderão conhecer mais sobre o projeto, caso ainda não façam parte da comunidade, assistir aos testemunhos e conhecer a equipa fundadora. Poderão também seguir para o espaço que lhes convier. A disponibilização dos recursos 3D e conteúdos foi organizada para circundar o utilizador e, com isso, simplificar o mapeamento do espaço, partindo do princípio de que para muitos utilizadores, será a primeira vez que a pessoa acede ao ambiente.



Figura 39: Vista do espaço dedicado às boas-vindas e ao conteúdo relativo ao “Quem somos”

Os depoimentos dos doentes e cuidadores ficam disponíveis no televisor analógico, à frente das poltronas Armchair F51, para que os avatares possam sentar-se e assistir aos vídeos. A interação é simples, basta premir na tela do televisor para iniciar ou parar a reprodução dos vídeos (Figura 40).



Figura 40: Vista de um avatar de utilizador à assistir os depoimentos no televisor

Para o espaço dedicado às dicas de saúde e bem-estar, utilizámos as estruturas de abrigo de jardim para posicionar televisores de ecrã plano neles, e assim, criar um ambiente em que os avatares possam sentar-se e consumir os conteúdos didáticos produzidos ou disponibilizados pelo projeto de investigação ConectAR. O lago envolvente aos abrigos denota o caminho a ser seguido pelo utilizador e reforça que naquele nicho encontra-se o ponto de interesse da cena (Figura 41).



Figura 41: Vista do espaço dedicado às “Dicas de Saúde e Bem-Estar”

Além dos vídeos sobre como utilizar corretamente o inalador e o que deve ser feito em caso de uma crise de asma, é possível também descarregar o ficheiro com tais dados em formato PDF, que poderá se impresso para que o doente o leve sempre consigo (Figura 42).



Figura 42: Vista para o ecrã que alberga o vídeo, e respetivo cartão, com orientações sobre o que fazer em caso de uma crise de asma

O espaço nomeado como “Biblioteca”, como o próprio nome indica, é dedicado à partilha de publicações e prémios científicos. Nesse espaço trabalhámos com a ideia de que uma biblioteca é mais do que um repositório de conhecimento formal; é também um espaço de partilhas de experiências pessoais e conhecimento empíricos das pessoas que fazem parte da comunidade. Nesse sentido, construímos para esta cena uma atmosfera ainda mais acolhedora: uma praia, com cadeiras junto à areia e onde também é permitido ao avatar entrar no mar. Há também uma estrutura arquitetônica que apresenta uma cobertura e um banco circular de alvenaria e com jardim central, além de *pufes* diversos, para que inúmeros utilizadores possam sentar-se e conversar. Os artigos e prémios poderão ser acedidos e descarregados mediante um painel localizado no interior da referida estrutura. A interação, assim como os vídeos e o cartão com as dicas de saúde, é acedido basicamente ao primar o respetivo objeto com o rato (Figura 43).



Figura 43: Vista do espaço dedicado à partilha da produção científica e de conhecimentos e experiências pessoais

A “Galeria” é o maior dos cinco espaços que formam o ambiente de metaverso do projeto de investigação ConectAR. Conferimos esse nome ao espaço pois a proposta é justamente partilhar as atividades artísticas realizadas no âmbito do projeto, além de registos dos eventos realizados ou nos quais a equipa participou. Como serão muitas imagens e vídeos, optamos por manter certa distância dos nichos, para evitar ruídos entre si. Com o distanciamento foi possível criar atmosferas específicas, cada qual com os seus respetivos mobiliários (Figura 44).



Figura 44: Vista do espaço dedicado à partilha de memórias e produções artísticas no âmbito do projeto de investigação ConectAR

Dedicamos um nicho isolado para o rádio analógico, onde os utilizadores poderão usufruir da experiência sonora imersiva. O maior distanciamento nesse caso deve-se à forma de interação, diferente das restantes, pois a reprodução do áudio acontece quando o avatar do utilizador encontra-se a determinada distância do rádio. A projeção do som também é espacial, ou seja, só irão ouvir os utilizadores cujos avatares estiverem próximos ao rádio (Figura 45).



Figura 45: Vista do nicho dedicado à experiência sonora

Por fim, temos a “Sala de reuniões”. Esse espaço não possui qualquer conteúdo pré-carregado, pois será utilizado para a realização das reuniões de trabalho da equipa de investigadores, bem como a realização de eventos abertos à comunidade e ao público. O terreno foi modelado de modo a permitir uma vista do alto de um monte, livremente inspirado no Teatro Antigo de Taormina, na Sicília, conforme apresentado na secção sobre as referências visuais. E apesar do espaço não apresentar conteúdos, possui um ecrã translúcido, uma funcionalidade da *Spatial*, que permite a partilha de ecrã de quem estiver a apresentar no decorrer da reunião ou evento (Figura 46).



Figura 46: Vista da sala de reuniões, com partilha de ecrã do computador do utilizador

Como pôde ser verificado, cada cena possui um terreno modelado de forma um pouco diferente, porém mantivemos a padronização visual (texturas e cenário). Com a divisão dos espaços, o que antes era uma espécie de “grande ilha”, passou a ser um conjunto de ilhotas, até mesmo para não obrigar os utilizadores a realizarem deslocamentos desnecessários para chegarem aos conteúdos. Adicionalmente, cada cena proporcionará, também, um espaço mais aberto e arejado para os utilizadores.

5.2.3. Controles e movimentação pelo ambiente virtual

Os controles de movimentação e interação do avatar com o ambiente virtual consideram a diversidade dos possíveis dispositivos dos utilizadores. A plataforma *Spatial* prevê a adaptação dos controles para os respetivos dispositivos, quer sejam óculos de realidade virtual, computadores, telemóveis ou tablets, permitindo que os utilizadores explorem o ambiente de maneira intuitiva e imersiva.

Começemos pelo dispositivo que oferece a experiência mais imersiva. No Oculus Quest 2, um dos dispositivos de VR mais populares, especialmente para uso em ambientes de metaverso, além dos óculos, o utilizador faz uso dos controles para se deslocar e também interagir com o ambiente. Há três botões principais: o botão “*Grip*”, o “*Thumb Stick*” e o “*Trigger*” (Figura 47).

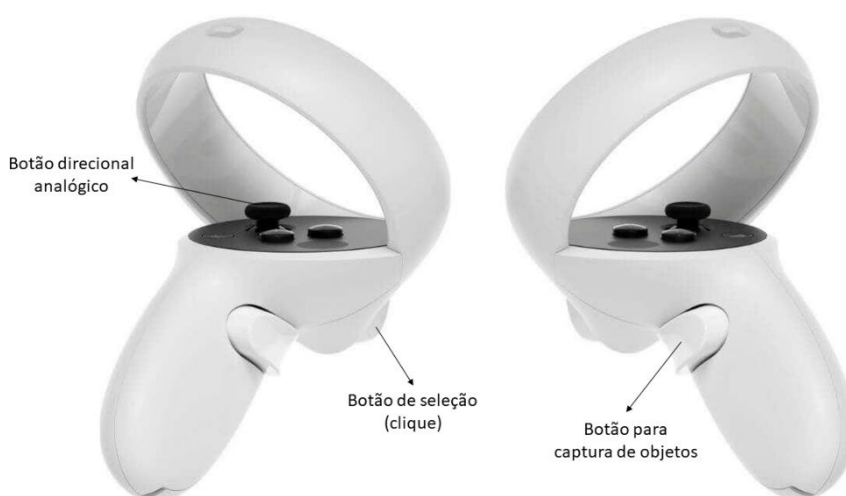


Figura 47: Descrição dos botões dos controles do Oculus Quest 2

O botão “*Grip*” é utilizado para agarrar objetos e para interações de clique, basta posicionar as mãos sobre o objeto que contém o média e pressionar o botão para interagir. Já o “*Thumb Stick*” é utilizado para se transportar para diferentes lugares dentro do mesmo espaço. Basta apontar o controlador para o local desejado e pressionar o botão, para deslocar-se para lá. Por fim, o botão “*Trigger*” é utilizado para pressionar os botões (cliques) presentes na interface do ambiente virtual.

Para os utilizadores que acedem ao *Spatial* por meio de telemóveis ou computador, a interação ocorre principalmente por meio do toque no ecrã ou do uso do rato. A interação é intuitiva, considerando que seguem os padrões da navegação *web* (apontar e premir), e permite que os utilizadores naveguem pelo ambiente, interajam com objetos e realizem ações específicas conforme a proposta de cada espaço. Especialmente no caso de acesso por meio do computador, além do processo de apontar e premir, a navegação poderá ser realizada por meio do teclado (Figura 48).

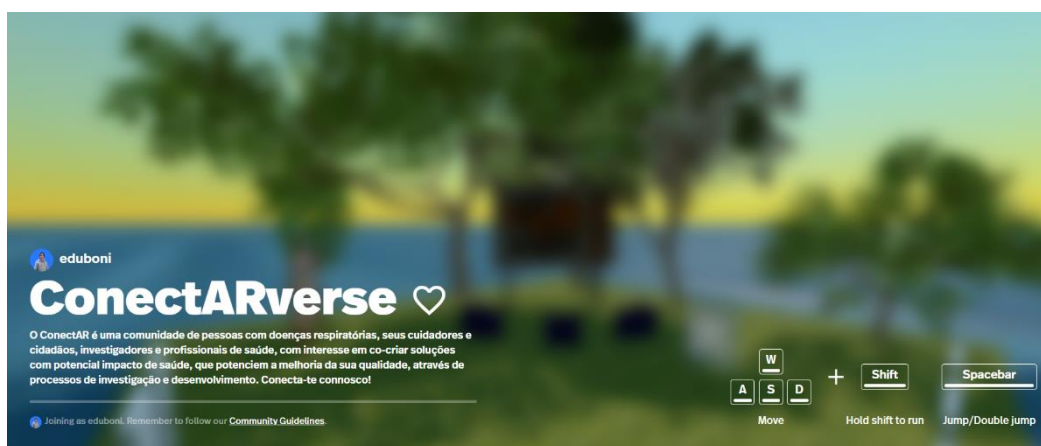


Figura 48: Vista da tela inicial do ConectARverse, contendo as instruções sobre os controles de teclado

Vale ressaltar que independentemente do meio escolhido pelo utilizador, o processo para explorar os espaços e interagir com os conteúdos e outros utilizadores será o mesmo, o que será diferente é o nível de imersão que cada um irá experimentar. Frisamos também que para realizar o teletransporte do avatar para outros espaços do ambiente virtual do ConectAR, bastará que o utilizador prime em alguma das esferas que funcionam como botões que contêm ligações para as demais cenas que compõem o ConectARverse.

6. Testes com utilizadores

Os testes realizados tiveram como objetivo avaliar o ambiente virtual em relação a três questões primordiais. A primeira está relacionada com a facilidade de utilização do ambiente virtual por pessoas com diferentes níveis de literacia digital. Nesse sentido, os testes foram conduzidos para verificar a facilidade de navegação, a clareza das instruções e a acessibilidade das funcionalidades do ambiente.

A segunda questão é relativa à capacidade dos espaços e respetivos conteúdos serem facilmente percebidos e consumidos pelos utilizadores. Durante os testes, foram observados aspetos como a clareza das informações nos espaços e a facilidade de compreensão dos materiais disponibilizados.

A terceira questão abordada diz respeito ao impacto da experiência do ambiente virtual nos utilizadores, tanto do ponto de vista de níveis de imersão quanto das emoções que a experiência suscitou durante a utilização.

6.1 Metodologia e procedimentos gerais

Os testes foram conduzidos de forma remota, utilizando a plataforma *Zoom*, permitindo que os participantes interagissem com o ambiente virtual a partir das suas próprias casas, contexto no qual é esperado que as pessoas acessem o ambiente no seu quotidiano. O ambiente ConectARverse foi testado por três utilizadores, um para cada perfil principal, nomeadamente pessoa com asma, cuidadora e investigadora do projeto de investigação ConectAR.

Cada sessão de teste contou com a seguinte estrutura:

1. Introdução à sessão (5 minutos);
2. Tutorial sobre ambientes de realidade virtual (5 minutos);
3. Visita aos ambientes com respetivo roteiro de tarefas (15 minutos);
4. Aplicação de inquérito (10 minutos).

6.1.1 Roteiro de testes

O roteiro dos testes de usabilidade foi planeado para avaliarmos a experiência dos utilizadores no ambiente virtual do projeto de investigação ConectAR. Iniciámos com uma introdução na qual estabelecemos uma conexão com o participante, explicando os objetivos e a importância dos testes. Após essa etapa inicial, caso o(a) participante não tenha experiência em

ambientes virtuais, explicamos como se dá o processo de movimentação pelos espaços e de interação com os objetos e conteúdos.

O roteiro dos testes inclui a realização de tarefas específicas, projetadas para avaliar a experiência dos utilizadores com o ambiente e a capacidade de cada espaço em comunicar-se conforme o respetivo propósito (se espaço e conteúdos oferecem conhecimentos novos e consciencialização aos utilizadores). Durante as tarefas, observamos atentamente o desempenho dos participantes, anotando erros, dificuldades encontradas e sugestões de melhoria.

A seguir apresentamos o roteiro de tarefas para cada ambiente:

1. **Na entrada:**
 - a. Senta-te para assistir aos vídeos no televisor e vê as fotos dos investigadores fundadores do projeto;
 - b. Consegues perceber o que é e quem faz parte do ConectAR?
2. **Na biblioteca:**
 - a. Aprecie o espaço de partilha de experiências, senta-te nos puffés ou cadeiras de praia;
 - b. Acede a um dos artigos científicos disponibilizados;
3. **No espaço dicas para a saúde e bem-estar:**
 - a. Assiste aos vídeos;
 - b. Faz download das dicas sobre o que fazer em situação de crise de asma.
4. **Na galeria:**
 - a. Aprecia a produção artística da nossa comunidade;
 - b. Vê as memórias dos eventos passados;
 - c. Aprecia a experiência sonora imersiva que preparamos para ti.
5. **Na sala de reuniões** (apenas para investigadores):
 - a. Explore o espaço;
 - b. Senta onde quiseres;
 - c. Consegues visualizar bem os slides que estão sendo mostrados no ecrã?

6.1.2 Inquérito de usabilidade

Para medir o impacto da experiência de uso do ambiente virtual, aplicamos um inquérito logo após os testes com os utilizadores. Esse inquérito é composto de três questionários, cada qual com um propósito específico (Anexo A). A escolha desses questionários foi baseada na sua validade, confiabilidade e relevância para medir diferentes aspetos da experiência do utilizador.

O primeiro questionário utilizado foi o ‘System Usability Scale’ (SUS), que é amplamente reconhecido e validado para avaliar a usabilidade de sistemas interativos. Optou-se por aplicar o SUS para obter uma medida objetiva da experiência de uso da plataforma, abordando aspetos como facilidade de aprendizagem, eficiência, satisfação do utilizador e confiança na utilização do sistema. Conforme observa Padrini-Andrade e seus colegas, “o SUS é tecnologicamente

agnóstico, podendo ser utilizado para avaliar diversos produtos e serviços, como sítios web, ‘hardware’, sistemas multimodais, sistemas de comando de voz, aplicações móveis e sistemas clínicos” (Padrini-Andrade et al. 2019). Em nosso inquérito utilizamos a tradução brasileira do SUS que foi a utilizada e validada pelos autores acima referidos.

Para medirmos a sensação de presença dos utilizadores no ambiente virtual, usamos uma abordagem subjetiva na qual buscamos capturar as percepções e experiências pessoais dos indivíduos por meio do inquérito ‘Immersion Presence Questionnaire’ (IPQ). O IPQ é uma ferramenta reconhecida para avaliar a sensação de "estar presente" num ambiente virtual, considerandos aspetos como envolvimento sensorial, realismo e interatividade (Melo et al. 2023). Utilizamos a tradução do material para o português europeu, que foi testada e validada por investigadores portugueses (Vasconcelos-Raposo et al. 2016).

Por fim, a terceira parte do inquérito visa capturar os estados afetivos positivos e negativos vivenciados pelos utilizadores durante a experiência virtual. O instrumento para tanto é o ‘Positive and Negative Affect Schedule’ (PANAS). Essa escolha permitiu avaliar o impacto emocional causado pela utilização do ambiente virtual e fornecer informações sobre as emoções despertadas e a satisfação emocional geral dos utilizadores. Utilizamos a tradução para o português europeu testada e aprovada pelos investigadores Iolanda Costa Galinha e José Luis Pais-Ribeiro (Galinha and Pais-Ribeiro 2005).

Acreditamos que tal abordagem abrangente do instrumento de colheita de dados proporcionará uma avaliação holística da experiência do utilizador. Combinados, esses instrumentos fornecem intuições valiosas para compreender o impacto e a eficácia do ambiente virtual no contexto específico do metaverso de comunicação científica na área de saúde.

6.2 Resultados

Os testes foram realizados com os três perfis principais de utilizadores (Anexo B). Um dos utilizadores foi um jovem com asma, familiarizado com ambientes de metaverso e jogador frequente de videojogos. A sua experiência anterior com jogos digitais proporcionou familiaridade com a interação e navegação no ambiente do metaverso.

Outra participante foi uma cuidadora que nunca tinha acedido a ambientes virtuais e também não possuía experiência com videojogos. A sua perspetiva como cuidadora trouxe um olhar único sobre a usabilidade e acessibilidade da plataforma para pessoas que estão menos familiarizadas com tecnologias virtuais.

Também tivemos a participação de uma investigadora do projeto de investigação ConectAR, que não possuía conhecimento prévio em jogos digitais ou metaverso. A sua participação contribuiu para avaliar a adequação da plataforma em termos de usabilidade e facilidade de navegação para utilizadores com pouca ou nenhuma literacia em videojogos e ambientes virtuais.

A diversidade desses perfis de utilizadores nos permitiu verificar se o protótipo está a atender as necessidades dos diferentes públicos e obter algumas intuições iniciais sobre os caminhos que o protótipo poderá percorrer no seu processo de melhoria.

Devido a uma série de circunstâncias imprevisíveis e limitações de tempo, foi possível realizar apenas os três testes supracitados. Apesar de a Rede ConectAR ter uma comunidade de membros interessados de abrangência nacional, a natureza crônica das doenças enfrentadas por muitos participantes acarretou em dificuldades de agendamento para os testes, e, portanto, não conseguimos a participação de um número maior de pessoas. Além disso, havia a expectativa de envolver utilizadores com diferentes níveis de literacia digital, o que também representou um desafio adicional, uma vez que a maioria dos utilizadores possui baixa literacia nesse tipo de ambiente virtual.

Não apresentamos a consolidação dos dados nesta secção pelo facto da amostra não ter sido suficiente para validar hipóteses de forma abrangente, dado que foram realizados somente três testes. No entanto, foi possível obter intuições valiosas a partir das respostas do instrumento de colheita de dados e das observações e conversas com os utilizadores durante os testes e tais informações poderão ser encontradas no Anexo C do presente trabalho.

Relativamente aos resultados e às mudanças implementadas, realizamos os seguintes ajustes com base no *feedback* dos utilizadores:

1. Identificámos que as imagens da galeria, especialmente na área de memórias partilhadas, não estavam claras em relação ao seu conteúdo. Para solucionar esse problema, adicionámos etiquetas explicativas ao lado das imagens, proporcionando um contexto mais compreensível.
2. Observámos que o volume da experiência sonora estava baixo, mesmo utilizando auscultadores. Portanto, ampliámos a potência do som para garantir uma experiência sonora mais imersiva.
3. Notámos que as cadeiras localizadas em frente ao rádio, na área da experiência sonora, estavam muito próximas do dispositivo de interação, dificultando a visualização do mesmo pelos utilizadores. Como solução, afastámos as cadeiras ligeiramente, proporcionando melhor visibilidade e acessibilidade ao dispositivo.
4. O utilizador com asma teve dificuldade em perceber que era possível descarregar o cartão com dicas para lidar com uma crise de asma. No entanto, como essa situação ocorreu apenas com esse utilizador, entendemos que não seria necessário fazer ajustes imediatos nesse aspeto.

Essas adaptações já foram implementadas no ConectARverse, pois são importantes para aprimorar a usabilidade e a experiência dos futuros utilizadores do ambiente de metaverso.

Há mais uma intuição valiosa que os testes trouxeram, em se tratando da experiência digital dos utilizadores. Enquanto os nativos digitais geralmente têm facilidade em se adaptar e explorar esse ambiente virtual, aqueles que não são familiarizados com as tecnologias digitais

enfrentarão um dilema. Eles terão duas opções: adquirir as habilidades necessárias para utilizar o metaverso ou simplesmente optar por se abster de usá-lo. No entanto, é importante notar que a questão não se restringe apenas à literacia digital. Além do conhecimento acerca do funcionamento dos ambientes virtuais, a destreza manual e a familiaridade com as suas interfaces específicas desempenham um papel significativo na capacidade de interação efetiva com o metaverso.

Portanto, a promoção da inclusão digital para esse tipo de ambiente, tendo em vista perfil de boa parte participantes da Rede ConectAR ser de pessoas não nativas digitais, requer além de esforços para melhorar a literacia, desenvolver habilidades práticas, uma vez que superadas essas dificuldades manuais, o ambiente criado se mostrou amigável e intuitivo.

7. Conclusões e trabalho futuro

Com o presente projeto procuramos abrir caminhos para a utilização inovadora de ambientes de metaverso como ferramenta de comunicação científica. A abordagem do DBR permitiu-nos criar e iterar sobre o ambiente de metaverso de forma sistemática e orientada pelas questões propostas.

A revisão bibliográfica acerca do metaverso reforça o potencial imersivo da tecnologia de realidade virtual, especialmente por conta da conexão entre o mundo real e o mundo virtual e da possibilidade do utilizador agir sobre este mundo digital. Ademais, uma característica intrínseca desse tipo de ambiente virtual é sua componente social. Por serem albergados em servidores conectados em rede, os ambientes de metaverso permitem uma experiência partilhada com outros utilizadores em tempo real, o que o torna uma ferramenta potente para a disseminação de conhecimento e a construção de vínculos, objetivos centrais do projeto de investigação ConectAR.

A democratização do acesso a esse ambientes virtuais também é um ponto de destaque, uma vez que não é obrigatório aceder a eles por meio da utilização de óculos de realidade virtual. Desde a análise das tecnologias disponíveis, à decisão por utilizar a plataforma Spatial, até o desenvolvimento do ambiente em si, levamos em consideração esse quesito e consideramos as modalidades de interação possíveis de modo a garantir a responsividade do projeto, que pode ser acedido por telemóvel, computador pessoal e, claro, com os óculos de realidade virtual. O nível de imersão será, provavelmente, diferente em cada dispositivo, mas as possibilidades de interação e usabilidade serão similares.

Buscamos garantir a multimodalidade e maior possibilidade de interação no ambiente, inserindo e integrando o máximo possível os conteúdos com o ambiente virtual. As referências analisadas, especialmente relativas ao uso do metaverso no âmbito da saúde, demonstraram focalizar-se na construção de ambientes realistas, mas que apresentam pouca utilidade caso não estejam ocorrendo eventos no local. Há poucas oportunidades de interação ou mesmo conteúdos mais profundos dentro desses ambientes, situação esta que buscamos superar e apresentar avanços com o presente trabalho.

Observamos também que os padrões de interação desempenham um papel crucial. Os utilizadores rapidamente perceberam como interagir com os média por meio do rato, explorando a ferramenta de conversa e aproveitando as funcionalidades de voz no Spatial. No entanto, a interação espacial, como a aproximação do avatar do rádio, surpreendeu a todos, que esperávamos uma experiência semelhante à dos demais medias presentes no ambiente. Essas descobertas fornecem valiosas intuições para a criação de ambientes de metaverso mais

amigáveis e imersivos, capazes de encantar e envolver os utilizadores numa jornada lúdica de comunicação científica.

Ao mergulharmos no mundo virtual, percebemos que a sensação de estar imerso num ambiente agradável tem potencial para superar a simples visita a um sítio ‘web’ convencional. No entanto, os testes com utilizadores demonstraram que é fundamental considerar a literacia e a experiência em ambientes digitais como um fator determinante para uma experiência positiva. A falta de familiaridade pode dificultar o deslocamento pelo ambiente e até mesmo tornar tarefas aparentemente simples em desafios complexos.

Ainda assim, é encorajador observar que, apesar dessa dificuldade inicial, as modalidades e os padrões de interação com o ambiente e os conteúdos mostraram-se eficazes. Os utilizadores foram capazes de compreender e utilizar as funcionalidades disponíveis, como a interação com elementos do ambiente e a navegação entre os diferentes conteúdos. Isso indica que, mesmo para aqueles com menos literacia e experiência em ambientes virtuais e videojogos, o ambiente poderá proporcionar uma experiência satisfatória.

No contexto atual, em que a utilização de ambientes de metaverso para comunicação científica continua em evolução, este trabalho contribui com conhecimentos valiosos, nomeadamente o mapeamento exaustivo e análise apurada das principais plataformas de metaverso existentes, a validação da metodologia de DBR para a construção de um projeto inovador para a comunicação de ciência e a combinação de literatura e conhecimentos relativos aos novos media em prol da aplicação na comunicação científica no âmbito da saúde respiratória. Este trabalho também abre caminhos para pesquisas futuras, como abordaremos mais a frente. Os resultados preliminares obtidos até o momento são promissores e destacam a importância de investir em estudos mais aprofundados, com amostras mais representativas, a fim de validar as hipóteses propostas e explorar totalmente o potencial dos ambientes de metaverso na comunicação científica e no envolvimento da comunidade.

7.1 Satisfação dos objetivos

Ao final do presente trabalho, é possível afirmar que obtivemos êxito na criação de um ambiente de metaverso dedicado à comunicação científica e conscientização em saúde respiratória. Através da análise de projetos de realidade virtual e dos usos do metaverso na área da saúde, foi possível avaliar as melhores estratégias para o desenvolvimento desse ambiente, com caráter inovador e pioneiro em Portugal.

O protótipo desenvolvido, baseado em princípios de pesquisa de usuário, cenários de uso e um processo de pesquisa de referências, mostrou-se eficaz ao atender às necessidades e perspectivas de pessoas com DRC, cuidadores e investigadores, quer sejam membros da Rede ConectAR ou mesmo o público em geral.

Dessa forma, além de atingir o objetivo principal de desenvolver o ambiente de metaverso, foi possível responder às questões formuladas no início deste trabalho. Compreendemos os usos

correntes do metaverso na área de saúde e constatamos que a interação nesse ambiente promove maior participação e compreensão de conteúdos didáticos e científicos.

Diante destes resultados, podemos afirmar que a criação do ambiente de metaverso para a comunicação científica em saúde respiratória foi um passo importante no avanço da pesquisa e conscientização nessa área. A fusão entre tecnologia, ciência e interação proporcionou uma experiência única e impactante para os usuários, fortalecendo a disseminação do conhecimento e a promoção de práticas saudáveis relacionadas à doença respiratória.

Por meio de uma revisão bibliográfica abrangente, alicerçamos as bases do trabalho, permitindo-nos compreender o contexto e as tendências atuais na área da saúde em relação ao uso do metaverso. Além disso, a análise de projetos de realidade virtual e o estudo de diferentes aplicações do metaverso foram cruciais para a avaliação de como poderíamos avançar e inovar nesse campo.

Uma análise minuciosa de projetos de realidade virtual e do uso do metaverso permitiu-nos explorar as diferentes aplicações e experiências já desenvolvidas nesse campo. Esta análise forneceu-nos intuições valiosas sobre as melhores práticas, as tendências emergentes e os desafios enfrentados por outros projetos similares, enriquecendo nosso conhecimento e fundamentando as nossas decisões.

A avaliação das diversas plataformas de metaverso disponíveis foi uma etapa crucial para definirmos a escolha daquela que melhor se adequava aos objetivos e às necessidades do nosso projeto. Consideramos critérios como facilidade de uso, capacidades de personalização, suporte a dispositivos e recursos de interação, visando proporcionar uma experiência envolvente e acessível independentemente do dispositivo utilizado pelo usuário.

Para o desenvolvimento do ambiente virtual, adotamos estratégias de projetos digitais, como pesquisa de usuário, cenários de uso, requisitos e inventário de conteúdo. Essas abordagens nos auxiliaram na definição e implementação de funcionalidades, na criação de uma experiência fluida e intuitiva, e na organização e disponibilização dos conteúdos de forma eficiente. Além disso, utilizamos um processo de pesquisa baseada em arte para explorar diferentes perspectivas e estimular a criatividade na concepção do ambiente. A metodologia aplicada no desenvolvimento do ambiente virtual mostrou-se eficaz, possibilitando que seja aplicada em outros projetos de mesma natureza.

Um aspecto relevante a ser apontado é a validade do instrumento de colheita de dados utilizado. Durante a aplicação do instrumento, observamos a sua eficácia, tanto em termos de aplicabilidade quanto em fornecer informações valiosas acerca da usabilidade e da experiência do utilizador no ambiente virtual. Esses resultados preliminares sugerem que o instrumento é adequado para capturar dados relevantes e poderá ser uma ferramenta útil para futuras pesquisas e análises.

Embora reconheçamos que os testes com utilizadores não foram realizados com uma amostra representativa, os utilizadores envolvidos no estudo abrangem uma ampla faixa etária, apresentam perspectivas distintas sobre a asma e participam de diferentes atividades online. Essa

diversidade permitiu uma compreensão abrangente das várias formas de interação com o Conectarverse, o que levou a diversas melhorias.

É importante ressaltar que a validação definitiva das hipóteses e a avaliação completa do impacto do ambiente requerem a realização de testes adicionais com uma amostra mais representativa. Esses testes futuros serão essenciais para confirmar os resultados encontrados até o momento e aprofundar a nossa compreensão sobre o potencial e os benefícios do metaverso na comunicação científica.

No decorrer deste estudo, buscamos responder a três questões fundamentais levantadas na introdução. A seguir, apresentamos a satisfação de cada uma dessas questões:

1. Quais os usos correntes do metaverso na área de saúde?

Investigamos os usos atuais do metaverso na área de saúde, e nossa pesquisa revelou uma lacuna específica em relação à falta de ambientes de metaverso em português, voltados para a comunicação científica e a participação de doentes e do público em investigação em saúde. Além disso, este estudo permitiu-nos elencar uma série de fatores e características que nos guiaram na criação do ambiente de metaverso no âmbito do projeto de investigação ConectAR.

2. De que maneira a interação num ambiente de metaverso pode promover maior envolvimento dos participantes e compreensão dos conteúdos didáticos e científicos?

Por meio do desenvolvimento de um ambiente de metaverso voltado para a comunicação científica em saúde, investigamos como a sensação de imersão e a interação nesse ambiente podem promover o envolvimento e a compreensão dos conteúdos. Os resultados preliminares indicam que a experiência imersiva e interativa do ambiente de metaverso pode ser agradável e lúdica para os utilizadores. Os contextos de interação, promovidos nos cenários, simplificam a interação e colocam foco nos conteúdos e informações relacionadas à saúde respiratória.

Ainda assim, pelo que foi exposto anteriormente, não somos capazes de responder plenamente essa questão, uma vez que seriam necessários mais dados, fruto de uma pesquisa com utilizadores mais alargada.

3. Quais são as melhores estratégias para o desenvolvimento de ambientes virtuais no metaverso voltados para a comunicação científica?

Adotamos a metodologia DBR para o desenvolvimento do ambiente de metaverso. Essa abordagem permitiu-nos explorar e definir estratégias eficazes para o desenvolvimento de ambientes virtuais voltados para a comunicação científica. Por meio da análise das necessidades e perspectivas dos utilizadores, desenvolvemos um ambiente com base em 'personas', requisitos e parâmetros de interatividade e imersão, visando uma comunicação científica mais efetiva e uma melhor experiência para os utilizadores.

Ainda que não tenha sido possível responder plenamente a uma das questões de investigação, vale lembrar que o foco deste trabalho não reside na validação do ConectARverse pelos utilizadores, mas sim na construção de uma experiência e ambiente baseados em uma fundamentação teórica sólida. Foi realizado um mapeamento abrangente das plataformas disponíveis, visando proporcionar à comunidade uma experiência multiplataforma de amplo acesso. Foi testado um processo de produção que envolve o uso de plataformas virtuais expressivas e dinâmicas, voltadas para a comunicação e ciências da saúde. O objetivo principal foi estabelecer um fluxo de trabalho a ser validado, garantindo a qualidade e efetividade do desenvolvimento do ambiente virtual. Nesse sentido, entendemos que o trabalho satisfaz plenamente seus objetivos.

7.2 Trabalho futuro

Para o trabalho futuro, será essencial realizar a validação das hipóteses levantadas neste estudo, ampliando a amostra de participantes para incluir um número maior de doentes, cuidadores e investigadores. Dessa forma, poderemos obter uma compreensão mais abrangente dos efeitos e benefícios do ambiente de metaverso desenvolvido.

Ademais, será de grande importância tornar o protótipo aberto para utilização permitindo que mais pessoas tenham acesso ao ambiente e possam experimentá-lo. Isso proporcionará a oportunidade de recolher um volume significativo de avaliações dos utilizadores, identificando pontos fortes e áreas de melhoria.

A realização de reuniões e eventos no ambiente de metaverso também se mostra relevante para estimular a interação e o envolvimento dos participantes. Essas ocasiões serão oportunidades valiosas para obter intuições, trocar experiências e descobrir novas perspectivas que contribuam para a evolução contínua do projeto.

Com base nas interações e nas avaliações obtidas, será possível identificar oportunidades de melhoria, aprimorar funcionalidades, ajustar a usabilidade e explorar novas possibilidades para enriquecer a experiência dos utilizadores e aumentar a participação das pessoas junto ao projeto de investigação ConectAR.

Será importante também evoluir o perfil dos conteúdos disponibilizados no ambiente virtual para que os mesmos ofereçam mais interatividade aos utilizadores. ‘Quizzes’, jogos didáticos e objetos que possam ser deslocados pelo ambiente podem ampliar o caráter lúdico, ampliar a sensação de imersão e gerar ainda mais interesse dos utilizadores.

Considerando que a dificuldade de locomoção no metaverso também é uma questão relevante, pode requerer incremento de trabalho no futuro, uma vez que há interesse de ampliar a experiência para um grupo alargado de pessoas. Nesse sentido, medidas adicionais podem ser implementadas para melhorar a usabilidade e a acessibilidade do ambiente, como a disponibilização de tutoriais para os utilizadores, para além dos já fornecidos pela Spatial.

Em suma, como o foco do trabalho foi encontrar um espaço em que pudessemos integrar todos os participantes da comunidade da Rede ConectAR, o trabalho futuro primário consiste em validar as hipóteses com uma amostra maior, abrir o protótipo para utilização, promover reuniões e eventos no ambiente de metaverso, recolher inquéritos de avaliações e encontrar constantemente oportunidades de melhoria e evolução no projeto.

Essas etapas mencionadas serão importantes para o fortalecimento do ambiente virtual do ConectAR e estabelecê-lo como uma solução eficaz e de grande impacto na comunicação científica e envolvimento da comunidade. Através da realização dessas etapas, poderemos obter resultados mais sólidos e substanciais, reforçando ainda mais a importância e relevância do ambiente de metaverso no contexto científico e no envolvimento ativo da comunidade.

Para além dos impactos na comunidade da Rede ConectAR, uma perspectiva promissora para o avanço do trabalho é a aplicação do *metadesign* como uma abordagem para desenvolver soluções ainda mais abrangentes e integradas no campo da comunicação científica em saúde através do metaverso. O *metadesign* permitirá explorar de forma mais profunda e holística a interação entre os elementos de design, a colaboração entre disciplinas e a participação de diferentes atores envolvidos no processo. Isso abrirá caminho para a criação de ambientes virtuais que vão além da disseminação de informações, incorporando aspectos sociais, culturais e ambientais de forma a promover a participação ativa e a co-criação entre utilizadores, investigadores e comunidades específicas, impulsionando assim a inovação no campo da comunicação científica em saúde.

Ademais, o trabalho também suscita algumas novas perguntas de investigação, apresentadas abaixo:

1. Como o ambiente de metaverso pode ser adaptado para atender a diferentes grupos de utilizadores, além de pessoas com DRC, cuidadores e investigadores?
2. Qual é o impacto do ambiente de metaverso na consciencialização em saúde, na tomada de decisões e no envolvimento dos utilizadores em investigação em saúde?
3. Como as técnicas de gamificação e elementos de storytelling podem ser incorporados aos ambientes de metaverso para aumentar o envolvimento e a compreensão dos utilizadores em relação a conteúdos científicos e de saúde?
4. Como a colaboração e a co-criação entre investigadores, profissionais de saúde, doentes e o público em geral podem ser facilitadas por meio de ambientes de metaverso, e quais são os benefícios potenciais dessa abordagem colaborativa?
5. Como as experiências imersivas em ambiente de metaverso podem ser aprimoradas para se tornarem mais agradáveis e eficazes e aos utilizadores?
6. Como o ambiente de metaverso pode ser integrado com outras tecnologias e plataformas, para ampliar sua utilidade e alcance?

Essas perguntas não se limitam ao âmbito específico deste trabalho, mas se estendem para uma área mais ampla, apresentando aprofundamentos e caminhos de investigação possíveis, a partir das oportunidades oferecidas por este projeto de investigação.

8. Disseminação científica

Apresento a seguir a disseminação científica do meu trabalho, em eventos e conferências científicas:

1. Metaverse platforms for socialization and communication of science on respiratory health (2023). Eduardo Bonini, Emília Dias da Costa, Ana Sá Sousa, António Baía Reis. Resumo e apresentação oral. IJUP, 16º Edição. (Anexo E).
2. O Metaverso na divulgação da ciência em saúde respiratória e promoção de dinâmicas de socialização inovadoras (2023). Eduardo Bonini, Emília Dias da Costa, Ana Sá Sousa, António Baía Reis. Resumo e apresentação oral. SOPCOM - 6º GT Novos Investigadores, Porto. (Anexo F).
3. Creating a metaverse environment for socialization and communication of science on respiratory health (2023). Eduardo Bonini, Emília Dias da Costa, Ana Sá Sousa, António Baía Reis. Artwork e apresentação oral. Intermediartes, 5º Edição, Porto. (Anexo G).
4. Intermediartes, 5º Edição (2023). Exposição do artwork (ambiente de metaverso) no evento. Eduardo Bonini.

9. Glossário

API: conjunto de regras e protocolos que permite a interação e comunicação entre diferentes softwares. É uma interface que define como os diferentes componentes de um software podem se conectar e interagir entre si.

Decentralized Autonomous Organization: modelo de organização baseado em contratos inteligentes e tecnologia *blockchain*, que permite a tomada de decisões e operações automatizadas, sem a necessidade de uma autoridade central.

Memória RAM: memória que armazena temporariamente os dados e as instruções que estão sendo utilizados ativamente pelo computador, porém são perdidos quando o computador é desligado. Ela é responsável por fornecer uma área de trabalho rápida para o processador executar tarefas e processar dados de forma eficiente.

Metadesign: abordagem de design colaborativa, que envolve a criação de estruturas e processos que permitem soluções mais alargadas e holísticas.

Mixed Reality: tecnologia que combina elementos do mundo real com elementos virtuais, criando uma experiência na qual objetos e ambientes virtuais interagem com o mundo físico em tempo real.

Non-Fungible Token: tipo de registro digital único e indivisível que representa a propriedade ou autenticidade de um item específico, como obras de arte digitais, vídeos, músicas, colecionáveis e outros tipos de mídia digital. São exclusivos e não podem ser replicados.

Realidade Aumentada: tecnologia que combina elementos virtuais com o ambiente real, permitindo a sobreposição de informações digitais em tempo real.

Realidade Virtual: tecnologia que cria um ambiente digital imersivo e interativo, no qual o utilizador pode ter a sensação de estar presente em um mundo virtual tridimensional.

Software Development Kit: conjunto de ferramentas, bibliotecas de funções, documentações e recursos que auxiliam os programadores a criar e desenvolver *software* para uma determinada plataforma. O SDK fornece um conjunto de funcionalidades pré-programadas, facilitando a criação de aplicações, jogos ou outras soluções tecnológicas.

Extended Reality: termo abrangente que engloba a combinação de tecnologias imersivas, como Realidade Virtual (VR), Realidade Aumentada (AR) e Realidade Mista (MR). Alarga as experiências tradicionais do mundo real, permitindo a interação dos utilizadores com ambientes virtuais e objetos digitais em tempo real.

10. Referências

- (Abbate et al. 2022) Steffano Abbate, Piera Centobelli, Roberto Cerchione, Eugenio Oropallo, Emanuela Riccio. *A first bibliometric literature review on Metaverse. 2022 IEEE Technology and Engineering Management Conference (TEMSCON EUROPE)*, Izmir, Turkey, pp. 254-260, DOI: 10.1109/TEMSCONEUROPE54743.2022.9802015. Abril 2022.
- (Abhimanyu et al. 2023) Abhimanyu S. Ahuja, Bryce W. Polascik, Divyesh Doddapaneni, Eamonn S. Byrnes, Jayanth Sridhar. *The Digital Metaverse: Applications in Artificial Intelligence, Medical Education, and Integrative Health, Integrative Medicine Research. Volume 12, Issue 1, 2023, 100917*. DOI: 10.1016/j.imr.2022.100917. Março 2023.
- (Ahmadpour et al. 2019) Nasseem Ahmadpour, Hayden Randall, Harsham Choksi, Antony Gao, Christopher Vaughan, Philip Poronnik. *Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. Int J Biochem Cell Biol. 2019 Sep;114:105568*. DOI: 10.1016/j.biocel.2019.105568. Epub 2019 Jul 12. Setembro 2019.
- (Amelia Virtual Care 2023). Amelia Virtual Care. Virtual Reality Solution for Mental Health Professionals, Abril 2023. <https://ameliavirtualcare.com/virtual-reality-solution-psychology/>
- (AIMEDIS 2023a) Aimesdis. Aimesdis Avalon whitepaper: a 3D world featuring complete healthcare and data economy, Abril 2023. <https://docsend.com/view/fhjnwuqnv8tkjfk7>
- (AIMEDIS 2023b) Aimesdis. Aimesdis Avalon: introducing the world's first healthcare metaverse. Abril 2023. <https://aimesdis.com/metaverse>
- (Areia et al. 2022) M. Areia, L. Pereira Dias, D. Figueiredo, A.L. Neves, A. Sá Sousa, C. Jácome. PC 076. Patient and public involvement in chronic respiratory disease: perspectives and challenges Pulmonol. 2022;28 Supl Congr 3:34-98 - 38th Congress of Sociedade Portuguesa de Pneumologia, Albufeira, Portugal, 10-12 Nov, 2022 <https://www.journalpulmonology.org/en-pdf-X2531043722034190>
- (Auganix 2021) Auganix - XR industrie news and intelligence. Spatial to focus on becoming a metaverse platform for cultural events and announces \$25M in new funding. Dezembro 2021. <https://www.auganix.org/spatial-to-focus-on-becoming-a-metaverse-platform-for-cultural-events-and-announces-25m-in-new-funding/>

- (Barteit et al 2021) Sandra Barteit, Lucia Lanfermann, Till Bärnighausen, Florian Neuhann, Claudia Beiersmann. *Augmented, Mixed, and Virtual Reality-Based Head-Mounted Devices for Medical Education: Systematic Review. JMIR Serious Games 2021 | vol. 9 | iss. 3 | e29080. Julho 2021.*
- (Beard et al. 2009) Leslie Beard, Kumanan Wilson, Dante Morra, Jennifer Keelan. *A Survey of Health-Related Activities on Second Life. J Med Internet Res 2009;11(2):e17. DOI: 10.2196/jmir.1192. Maio 2009*
- (Benham-Hutchins and Lall 2015). Marge Benham-Hutchins, Maureen P. Lall MP. *Perception of Nursing Education Uses of Second Life by Graduate Nursing Students. Comput Inform Nurs. 2015 Sep;33(9):404-9. DOI: 10.1097/CIN.000000000000170. PMID: 26176637. Setembro 2015.*
- (Billinghurst et al. 2015) Mark Billinghurst, Adrian Clark, Gun Lee. *A survey of augmented reality. Foundations and Trends in Human-Computer Interaction Vol. 8, No. 2-3, 73–272. DOI: 10.1561/11000000049. Março 2015.*
- (Boulos et al.) Maged Kamel Boulos, Lee Hetherington, Steve Wheeler. *Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education. Health Info Libr J. 2007 Dec;24(4):233-45. DOI: 10.1111/j.1471-1842.2007.00733.x. PMID: 18005298. 2007.*
- (Bourke 2009) Paul Bourke. *Evaluating Second Life for the Collaborative Exploration of 3D Fractals. Computers & Graphics, Volume 33, Issue 1, 2009. DOI: 10.1016/j.cag.2008.08.004. Fevereiro 2009.*
- (Buchholz et al. 2022) Florian Buchholz, Leif Oppermann, Wolfgang Prinz. *There's more than one metaverse. i-com, vol. 21, no. 3, pp. 313-324. <https://doi.org/10.1515/icom-2022-0034>. Outubro 2022.*
- (Chen et al. 2022) Tianle Chen, Hua Zhou, Huaiyuan Huaiyuan Yang, Siyong Liu. *A Review of Research on Metaverse Defining Taxonomy and Adaptive Architecture. 5th International Conference on Pattern Recognition and Artificial Intelligence (PRAI) | 978-1-6654-9916-3/22/\$31.00 ©2022 IEEE | DOI: 10.1109/PRAI55851.2022.9904076. Agosto 2022.*
- (CG Trader 2023). CG Trader. Home, Abril 2023. <https://www.cgtrader.com/>
- (Daassi and Debbabi 2021). Mohamed Daassi, Sana Debbabi. *Intention to reuse AR-based apps: The combined role of the sense of immersion, product presence and perceived*

realism. Information & Management, Volume 58, Issue 4. 2021. 103453. ISSN 0378-7206. DOI: 10.1016/j.im.2021.103453. Junho 2021.

(Decentraland 2022) Decentraland. How Many DAU Does Decentraland Have? Outubro 2022. <https://decentraland.org/blog/announcements/how-many-dau-does-decentraland-have>

(Decentraland 2023) Decentraland. Decentraland DAO The virtual world in your hands. Abril 2023. <https://dao.decentraland.org/en/>

(Fan et al. 2022). Xiaojun Faun, Xinyu Jiang, Nianqi Deng. *Immersive technology: A meta-analysis of augmented/virtual reality applications and their impact on tourism experience. Tourism Management 91 (2022) 104534. DOI: 10.1016/j.tourman.2022.104534. Agosto 2022.*

(Izar et al. 2017). Santiago González Izard, Juan A. Juanes Méndez, Francisco J. García-Peñalvo, Marcelo Jiménez López, Francisco Pastor Vázquez, and Pablo Ruisoto. *360° vision applications for medical training. In Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2017). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 55, 1–7. DOI: 10.1145/3144826.3145405. Outubro 2017.*

(Geek Wire 2018). Geek Wire. SnowWorld melts away pain for burn patients, using virtual reality snowballs, Fevereiro 2018. <https://www.geekwire.com/2018/snowworld-melts-away-pain-burn-patients-using-virtual-reality-snowballs/>

(Greenhalgh and Benford 1995). Chirs Greenhalgh, Steve Benford. *MASSIVE: a collaborative virtual environment for teleconferencing. ACM Transactions on Computer-Human Interaction Volume 2 Issue 3 pp 239–261. DOI: 10.1145/210079.210088. Setembro 1995.*

(Guidi and Michienzi 2022) Barbara Guidi, Andrea Michienzi. *Social games and Blockchain: exploring the Metaverse of Decentraland. 2022 IEEE 42nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), Bologna, Italy, 2022, pp. 199-204. DOI: 10.1109/ICDCSW56584.2022.00045. 2022.*

(Lee et al. 2021) Lik-Hang Lee, Tristan Braud, Pengyuan Zhou, Lin Wang, Dianlei Xu, Zijun Lin, Abhishek Kumar, Carlos Bermejo, Pan Hui. *All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. Journal of arXiv class files, Vol. 14, nr. 8, september 2021. DOI: 10.48550/arXiv.2110.05352. Setembro 2021.*

- (Liu et al. 2022) Zhen Liu, Lingfeng Ren, Chang Xiao, Ke Zhang, Peter Demian. *Virtual Reality Aided Therapy towards Health 4.0: A Two-Decade Bibliometric Analysis*. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jan 28;19(3):1525. DOI: 10.3390/ijerph19031525. PMID: 35162546; PMCID: PMC8834834. Janeiro 2022.
- (Maheswari et al. 2022) Dyandra Maheswari, Frangklyn Blair Febri Ndruru, Dewi Sri Rejeki, Jurike V. Moniaga, Bakti Amirul Jabar. *Systematic Literature Review on The Usage of IoT in The Metaverse to Support The Education System, 2022 5th International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Yogyakarta, Indonesia, 2022, pp. 307-310*. DOI: b10.1109/ICOIACT55506.2022.9971816. 2022.
- (Mayo Clinic 2023). Second Life Destination. Mayo Clinic, Abril 2023. <https://secondlife.com/destination/mayo-clinic>
- (MedCity News 2010). MedCity News. Mayo Clinic explores the virtual world of Second Life, Maio 2010. <https://medcitynews.com/2010/05/mayo-clinic-explores-the-virtual-world-of-second-life/>
- (Melo et al. 2023). Miguel Melo, Guilherme Gonçalves, José Vasconcelos-Raposo, Maximo Bessa. *How Much Presence is Enough? Qualitative Scales for Interpreting the Igroup Presence Questionnaire Score*. in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 24675-24685, 2023. DOI: 10.1109/ACCESS.2023.3254892. Março 2023.
- (Melús-Palazón et al. 2012) Elena Melús-Palazón, Cruz Bartolomé-Moreno, Jua Carlos Palacín-Arбуés, Antonio Lafuente Lafuente, Inmaculada García García, Sara Guillen, Ana B. Esteban, Silvia Clemente, Ángeles M. Marco, Pilar M. Gargallo, Carlos López, Rosa Magallón Botaya. *Experience with using second life for medical education in a family and community medicine education unit*. *BMC Med Educ* 12, 30 (2012). DOI: 10.1186/1472-6920-12-30. 2012.
- (Messinger et al. 2009) Paul R. Messinger, Eleni Stroulia, Kelly Lyons, Michael Bone, Run H. Niu, Kristen Smirnov, Stephen Perelgut. *Virtual worlds — past, present, and future: New directions in social computing*. *Decision Support Systems*, Volume 47, Issue 3, 2009, Pages 204-228. DOI: 10.1016/j.dss.2009.02.014. 2009.
- (Milgram et al. 1995) Paul Milgram, Haruo Takemura, Akira Utsumi, Fumio Kishino. *Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. *Proceedings Volume 2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies*; (1995). DOI: 10.1117/12.197321. 1995.
- (Murray 1997). Janet Horowitz Murray. *Hamlet on the holodeck. The future of narrative in cyberspace*. The MIT Press, 1997.

- (NewWays 2023). NewWays Counseling and Mental Support, Abril 2023.
<https://secondlife.com/destination/newways-counseling-and-mental-support>
- (NY Times 2022). The New York Times. Finding community, and freedom, on the virtual dance floor. Dezembro 2022.
<https://www.nytimes.com/2022/12/27/arts/music/vrchat-virtual-reality-clubbing.html>
- (Padrini-Andrade et al. 2019). Lucio Padrini-Andrade, Rita de Cássia Xavier Balda, Kelsy Catherina Nema Areco et al. *Avaliação da usabilidade de um sistema de informação em saúde neonatal segundo a percepção do usuário. Revista Paulista De Pediatria, 37(1), 90–96*. DOI: 10.1590/1984-0462/;2019;37;1;00019. Janeiro-Março 2019.
- (Park and Kim 2022). Sang-Min Park, Young-Gab Kim. *A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. 2022 in IEEE Access, vol. 10, pp. 4209-4251, 2022*. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3140175. Janeiro 2022.
- (Preece, Rogers and Sharp 2015) Jennifer Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp. *Interaction design: beyond human-computer interaction*. Wiley, Fourth Ed., 2015.
- (Reeves 2006) Thomas C. Reeves. *Design research from a technology perspective*. In N. Nieveen, Educational design research (pp. 52-66). London: Routledge.
- (Roblox 2022). Roblox. Roblox reports december 2022 key metrics. Dezembro 2022.
<https://ir.roblox.com/news/news-details/2023/Roblox-Reports-December-2022-Key-Metrics/default.aspx>
- (Roblox 2023) Roblox. Roblox Corporation. Abril de 2023. <https://corp.roblox.com/>
- (Sanjaya et al. 2022). Ridwan Sanjaya, Theresa Diwi Hastuti, Freddy Koeswoyo. *Technical Aspects of Metaverse Development for Batik SMEs Exhibitions. 20th International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE), 2022*. DOI: 10.1109/ICTKE55848.2022.9983314. Dezembro 2022
- (Sadeghi et al. 2021) Amir H. Sadeghi, Ali R Wahadat, Adem Dereci, et al. *Remote multidisciplinary heart team meetings in immersive virtual reality: a first experience during the COVID-19 pandemic. BMJ Innovations. 2021; 7:311-315*. DOI: 10.1136/bmjinnov-2021-000662. Março 2021.
- (Scheiding 2022) Ryan Scheiding. *Designing the Future? The Metaverse, NFTs, & the Future as Defined by Unity Users. Games and Culture, 0(0)*. DOI: 10.1177/15554120221139218. Novembro 2022.

- (Second Life 2023a). Second Life Wiki. Case Study: The Open University, Abril 2023. https://wiki.secondlife.com/wiki/Case_Study:_The_Open_University
- (Second Life 2023b). Second Life Community. 2022 - Second Life Year In Review, Abril 2023. <https://community.secondlife.com/blogs/entry/12316-2022-second-life-year-in-review/>
- (Skalidis et al. 2022). Ioannis Skalidis, Olivier Muller, Stephane Fournier. *CardioVerse: The cardiovascular medicine in the era of Metaverse. Trends in Cardiovascular Medicine*. 2022. DOI: 10.1016/j.tcm.2022.05.004. Maio 2022.
- (Sketchfab 2023). Sketchfab. News feed. Abril 2023. <https://sketchfab.com/feed>
- (Slater and Wilbur 1997). Mel Slater, Sylvia Wilbur. *A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6, 603-616. Dezembro 1997.
- (Spatial 2020). Spatial. We love spatial on ios and android, now billions of you can too. Dezembro 2020. <https://www.spatial.io/blog/spatial-on-ios>
- (Spatial 2023). Spatial. Our story. Abril 2023. <https://www.spatial.io/about>
- (Suomi et al. 2014). Reima Suomi, Matti Mäntymäki, Sari Söderlund. *Promoting Health in Virtual Worlds: Lessons From Second Life. J Med Internet Res* 2014;16(10):e229. DOI: 10.2196/jmir.3177. Outubro 2014.
- (Unity 2023). Unity. Unity Asset Store. Abril 2023. <https://assetstore.unity.com/>
- (Vasconcelos-Raposo et al. 2016) Jacinto Vasconcelos-Raposo, Maximino Bessa, Miguel Melo, Luis Barbosa, Rui Rodrigues, Carla Maria Teixeira, Luciana Cabral, António Augusto Sousa. *Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample. Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 2016; 25 (3): 191–203. DOI: 10.1162/PRES_a_00261. Dezembro 2016.
- (Virtual Ability 2023a). Virtual Ability Inc. What we do, Abril 2023. <https://virtualability.org/what-we-do/>
- (Virtual Ability 2023b). Virtual Ability Inc. Health Info Island, Abril 2023. <https://secondlife.com/destination/281>

- (Voyager 2022). Daniel Voyager. Second life grid statistics – november 2022 update. Novembro 2022. <https://danielvoyager.wordpress.com/2022/11/14/second-life-grid-statistics-november-2022-update/>
- (Voyager 2023). Daniel Voyager. Second life user daily concurrency – january 2023 update. Janeiro 2023. <https://danielvoyager.wordpress.com/2023/01/11/second-life-user-daily-concurrency-january-2023-update/>
- (VR Chat 2023a). VR Chat. Terms of Service. Abril 2023. <https://hello.vrchat.com/legal>
- (VR Chat 2023b). VR Chat. Hello. Abril 2023. <https://hello.vrchat.com/>
- (VR Chat 2023c). VR Chat. VR Chat API metrics. Abril 2023. <https://metrics.vrchat.community/d/wnQj2Qjnk/vrchat-api-metrics?orgId=1&refresh=30s&%20from=now-5y&to=now>
- (Wang et al. 2022) Anqi Wang, Ze Gao, Lik-Hang Lee, Tritan Braud, Pan Hui. *Decentralized, not Dehumanized in the Metaverse: Bringing Utility to NFTs through Multimodal Interaction*. *arXiv:2206.03737v1 [cs.MM]* 8 Jun 2022. DOI: 10.48550/arXiv.2206.03737. Junho 2022.
- (XR Today 2022). XR Today. Spatial Review: VR Collab Without The Learning curve. Março 2022. <https://www.xrtoday.com/reviews/vr-reviews/spatial-review-vr-collab-without-the-learning-curve/>
- (Yang et al. 2022) Yin Yang, Ken Siau, Wen Xie, Yan Sun. *Smart Health: Intelligent Healthcare Systems in the Metaverse, Artificial Intelligence, and Data Science Era*. *Journal of Organizational and End User Computing* Volume 34 Issue 1 Sep 2022 pp 1- 14. DOI: 10.4018/JOEUC.308814. 2022.
- (Wired 2022) Wired UK. Coming Soon: More Ways to Be Yourself in the Metaverse. Dezembro 2022. <https://www.wired.co.uk/article/digital-identity-avatars>
- (Zhang et al. 2022) Haolan Zhang, Sanghyuk Lee, Yifan Lu, Xin Yu, Huanda Lu. A Survey on Big Data Technologies and Their Applications to the Metaverse: Past, Current and Future. *Mathematics* 2023, 11, 96. DOI: 10.3390/math11010096. Dezembro 2022.

Anexo A – Inquérito

Etapa 1

Esta etapa tem como objetivo avaliar a facilidade e a satisfação em relação ao produto que acabaste de utilizar. Para cada afirmação por favor indica o nível de concordância (1 - discordo totalmente até 5- concordo totalmente).

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

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

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

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

3. Achei o produto fácil de utilizar *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

4. Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto. *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

5. Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas. *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

6. Achei que este produto tinha muitas inconsistências. *

1 2 3 4 5
Discordo totalmente Concordo totalmente

7. Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. Considerei o produto muito complicado de utilizar. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

9. Senti-me muito confiante ao utilizar este produto. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

10. Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Você tem alguma crítica e/ou sugestão referente ao produto?

A sua resposta

Etapa 2

Esta etapa tem como objetivo avaliar a tua sensação de presença no ambiente virtual. O questionário contém 14 afirmações, por favor para cada uma delas indique o nível de concordância (1-discordo totalmente a 5- concordo totalmente).

1. Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

2. O ambiente virtual pareceu-me completamente real. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

3. Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

4. A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

5. O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

6. Não me senti presente no ambiente virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

7. Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

8. Eu tive a sensação de "estar" no ambiente virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

9. De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

10. Senti-me presente no ambiente virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

11. Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

12. O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

13. Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

14. Senti-me completamente atraído(a) pelo ambiente virtual. *

	1	2	3	4	5	
Discordo totalmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Concordo totalmente

Etapa 3: Efeitos Positivos e Negativos do sistema.

Esta etapa final tem como objetivo medir o que sentiu durante a utilização do ambiente virtual.
Esta escala consiste num conjunto de palavras que descrevem diferentes sentimentos e emoções. Leia cada palavra e marque a resposta adequada no espaço anterior à palavra.

Indica em que medida sentiste cada uma das emoções, durante tua viagem no ConectARverse: *

	Nada ou muito ligeiramente	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
Interessado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Perturbado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Excitado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Atormentado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agradavelmente surpreendido(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Culpado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Assustado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agressivo(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Repulsa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Entusiasmado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Orgulhoso(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Irritado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Encantado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Remorsos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inspirado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nervoso(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Determinado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trémulo(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Activo(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Amedrontado(a)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Término do inquérito.

Ficou algo por dizer, que o questionário não abordou? Alguma opinião sobre o ambiente de realidade virtual que não tenha sido perguntada? Esteja à vontade para nos contar.

A sua resposta

[Anterior](#)

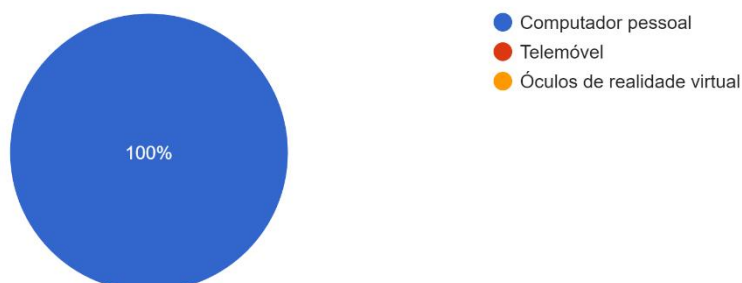
[Enviar](#)

[Limpar formulário](#)

Anexo B – Resultados

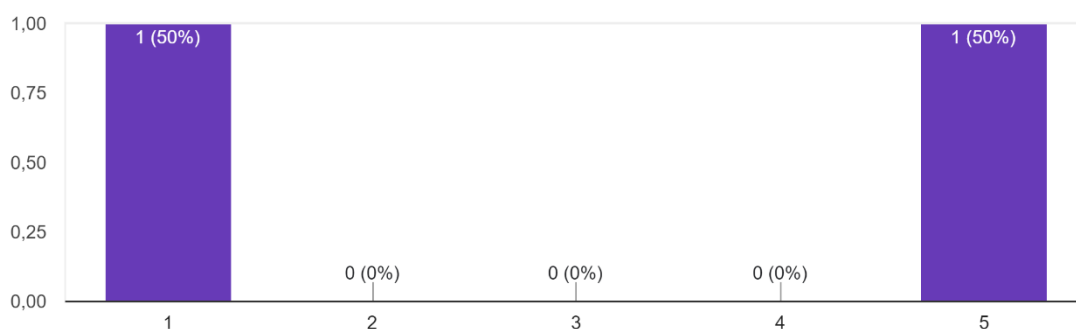
Com que tipo de dispositivo acedeu ao ConectARverse?

3 respostas



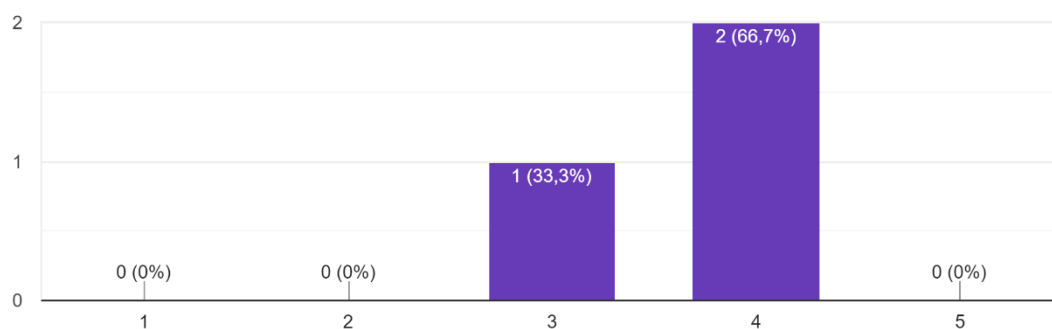
Qual o teu nível de experiência com dispositivos e ambientes digitais?

2 respostas



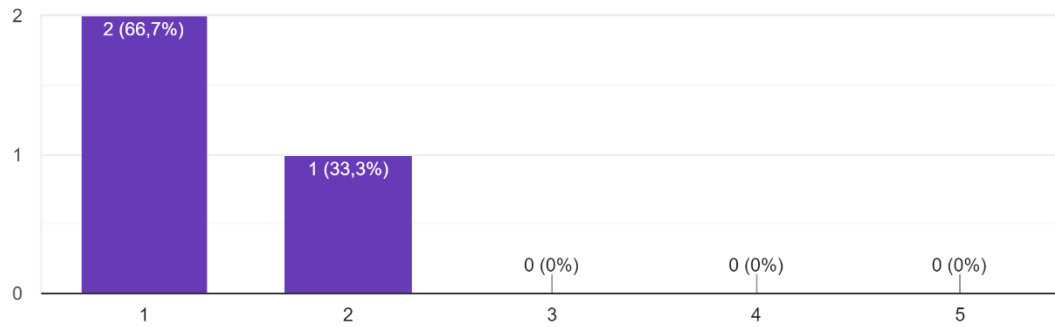
1. Acho que gostaria de utilizar este produto com frequência

3 respostas



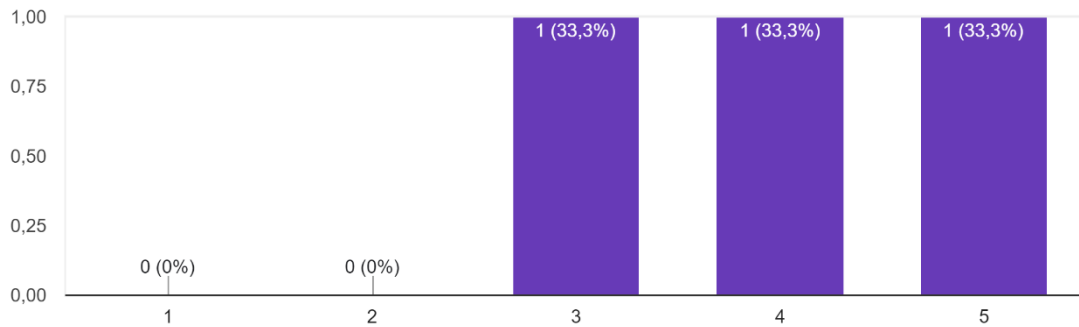
2. Considerei o produto mais complexo do que o necessário.

3 respostas



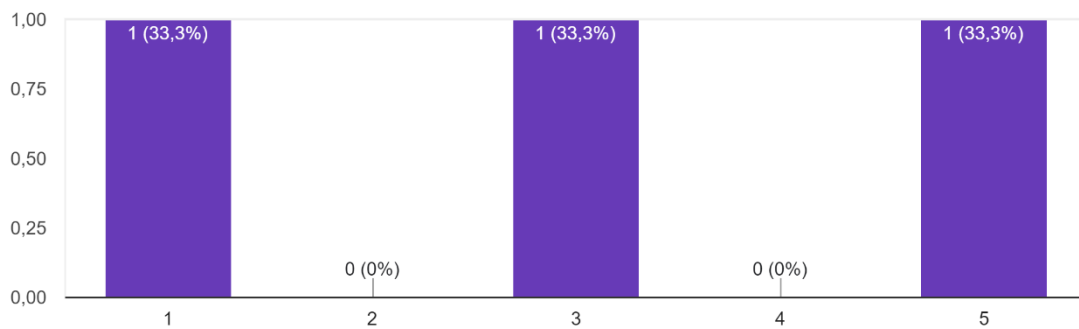
3. Achei o produto fácil de utilizar

3 respostas



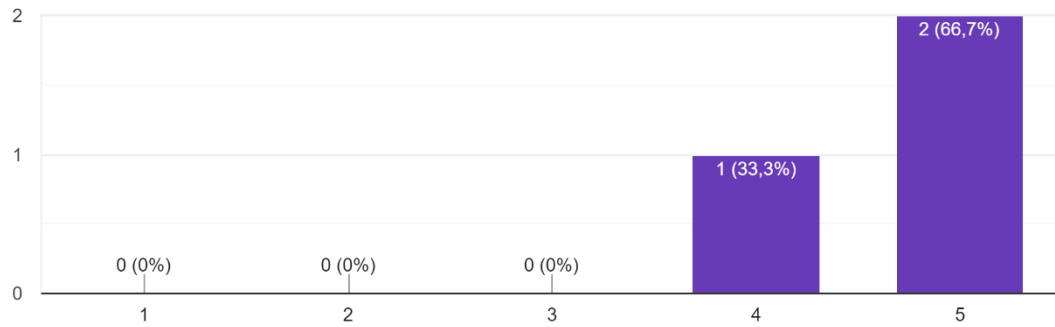
4. Acho que necessitaria de ajuda de um técnico para conseguir utilizar este produto.

3 respostas



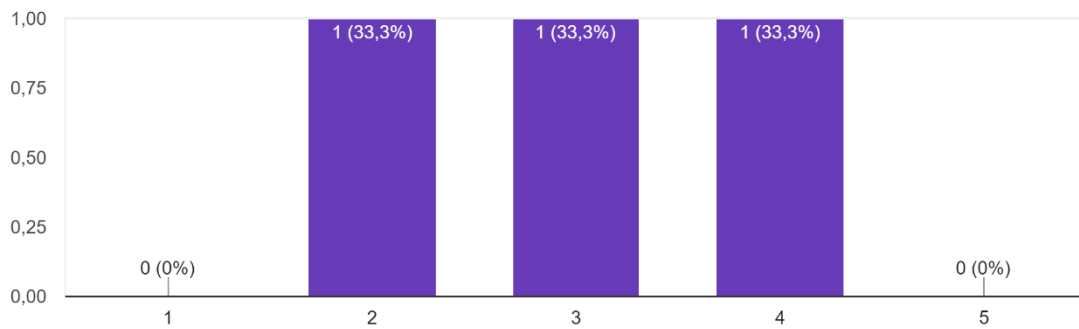
5. Considerei que as várias funcionalidades deste produto estavam bem integradas.

3 respostas



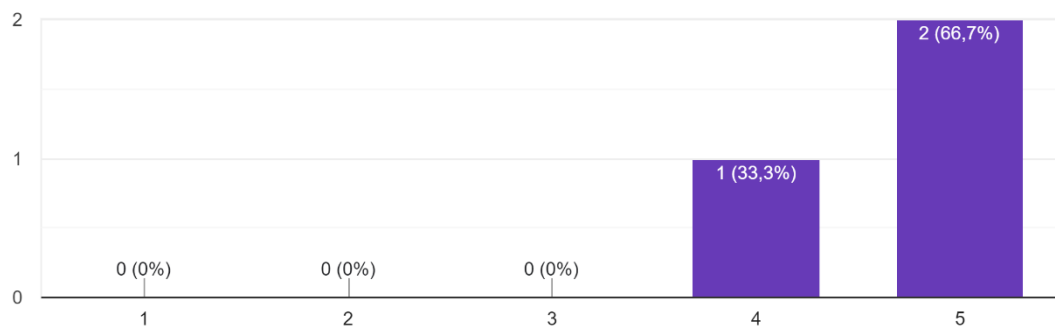
6. Achei que este produto tinha muitas inconsistências.

3 respostas



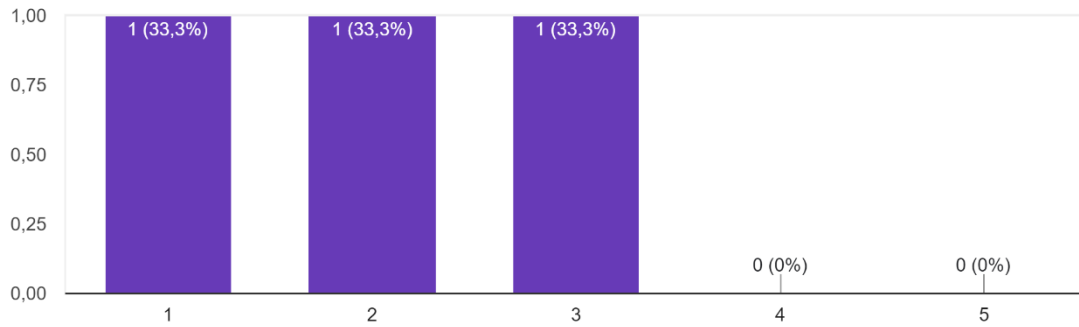
7. Suponho que a maioria das pessoas aprenderia a utilizar rapidamente este produto.

3 respostas



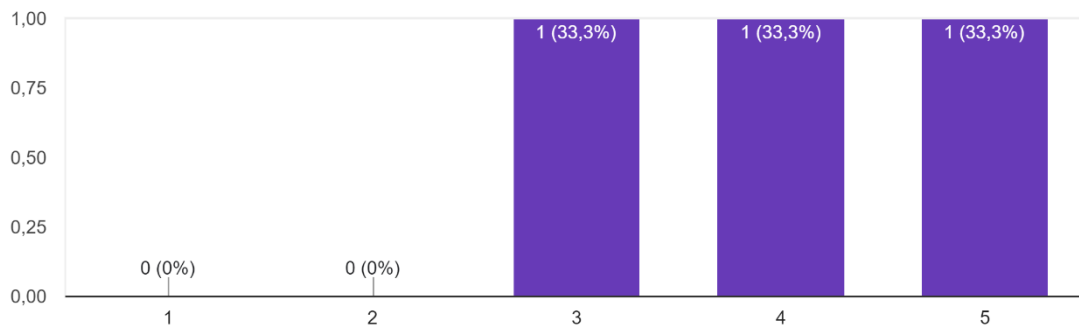
8. Considerei o produto muito complicado de utilizar.

3 respostas



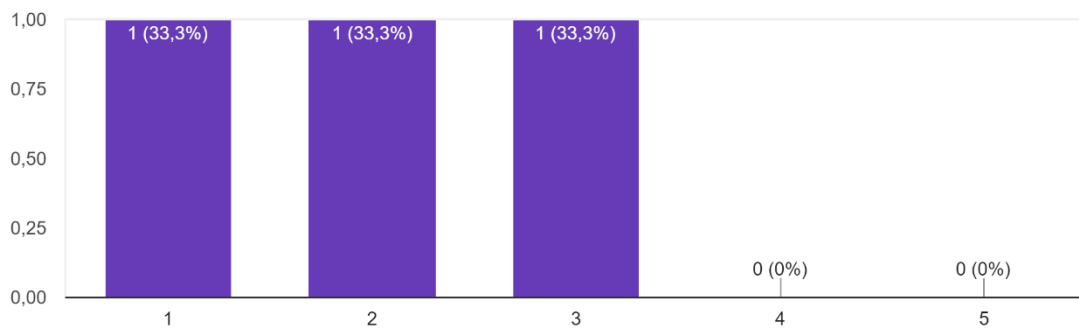
9. Senti-me muito confiante ao utilizar este produto.

3 respostas



10. Tive que aprender muito antes de conseguir lidar com este produto.

3 respostas



Você tem alguma crítica e/ou sugestão referente ao produto?

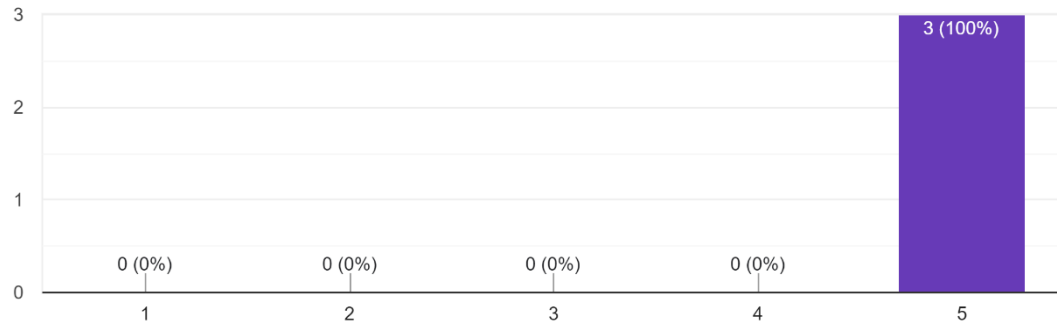
1 resposta

Implica alguma prática na utilização de ambientes, jogos digitais, ect , que não possui.

Etapa 2

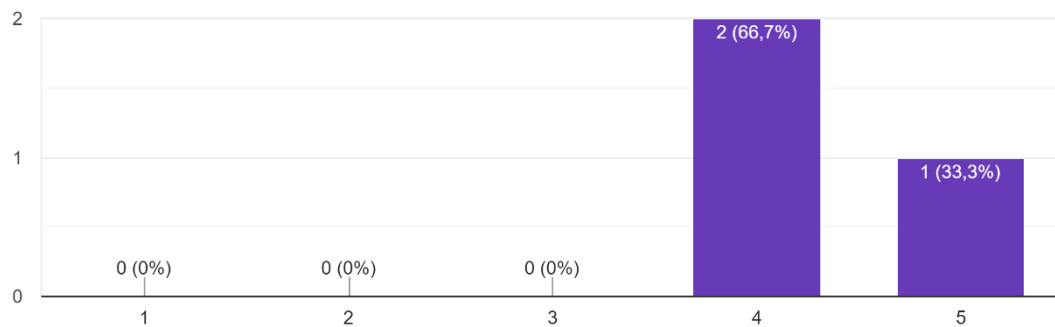
1. Estive consciente do mundo real enquanto navegava no ambiente virtual.

3 respostas



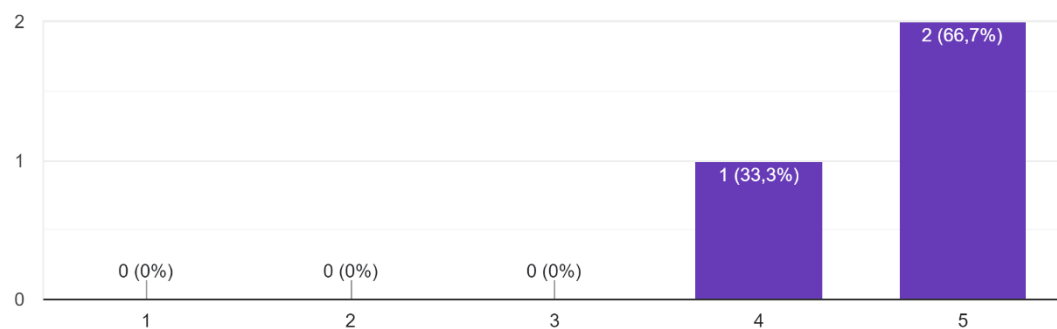
2. O ambiente virtual pareceu-me completamente real.

3 respostas



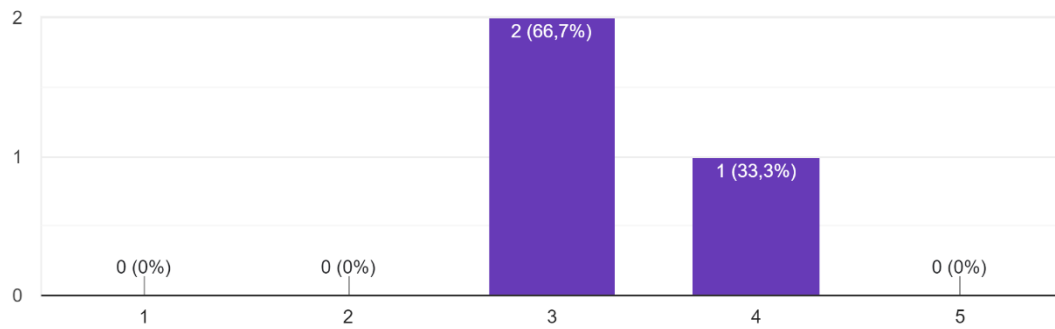
3. Tive a sensação de estar a atuar num espaço virtual.

3 respostas



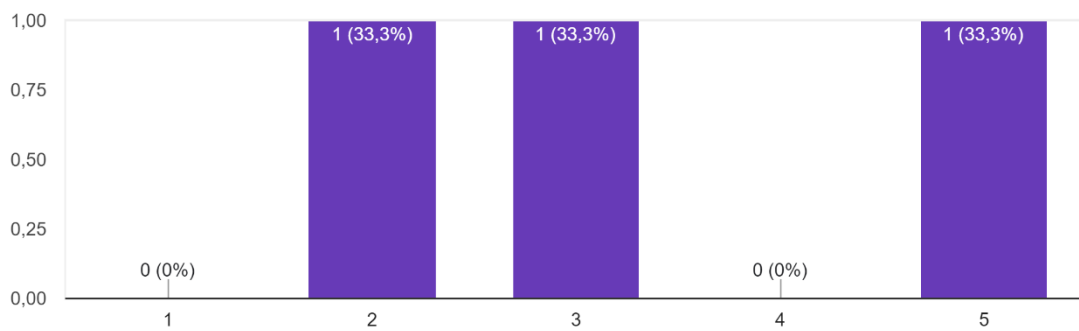
4. A experiência no ambiente virtual pareceu-me tão real como as minhas vivências do dia-a-dia.

3 respostas



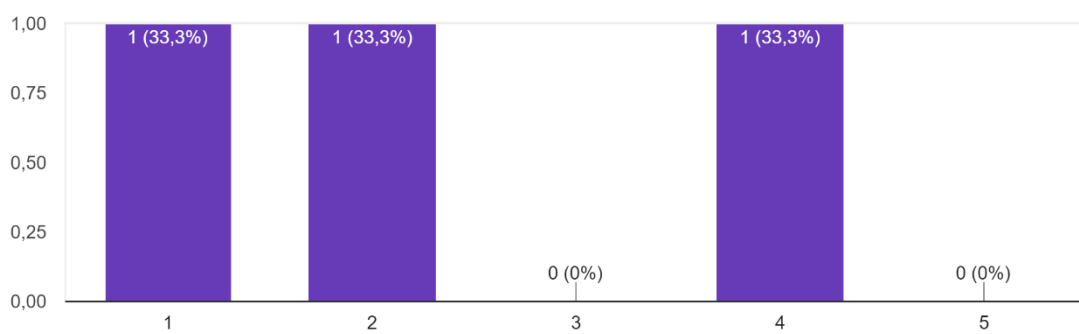
5. O ambiente virtual pareceu-me tão real como o mundo que conheço.

3 respostas



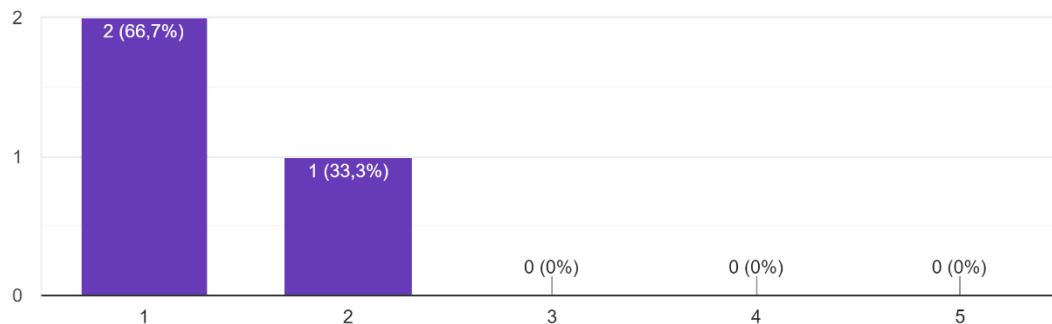
6. Não me senti presente no ambiente virtual.

3 respostas



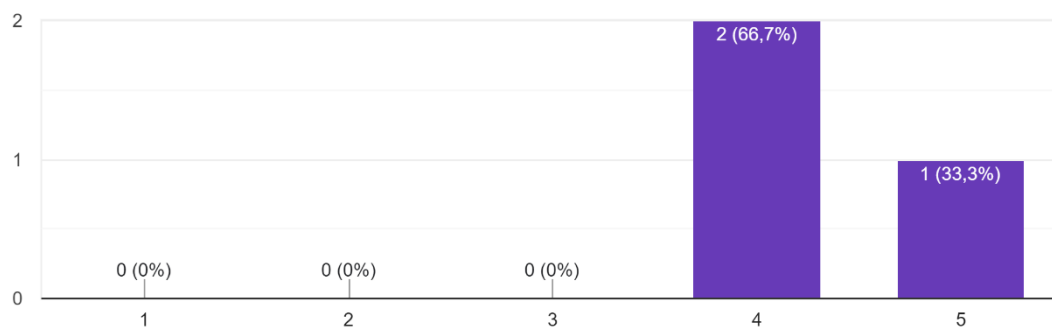
7. Eu não estava consciente do mundo real que me rodeava.

3 respostas



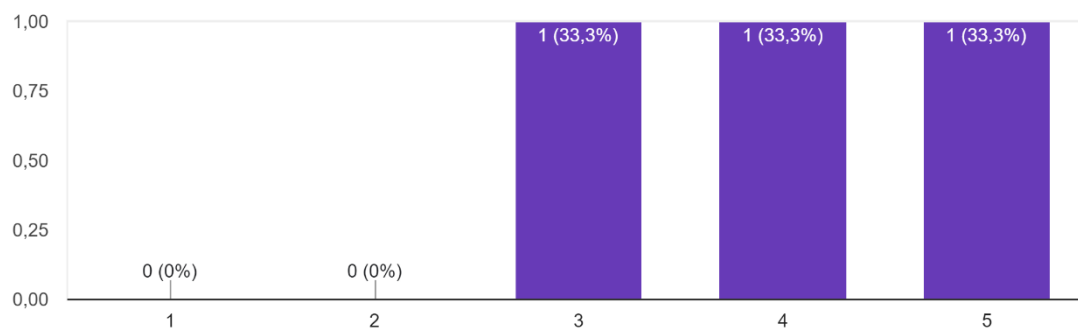
8. Eu tive a sensação de "estar" no ambiente virtual.

3 respostas



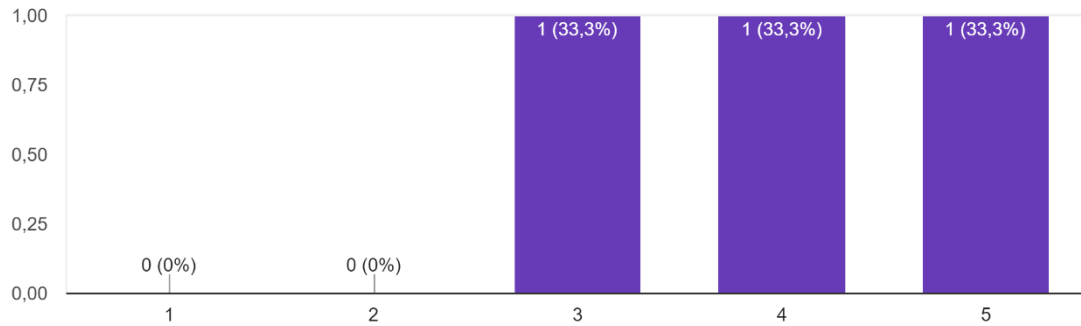
9. De alguma forma eu senti que o mundo virtual me envolveu.

3 respostas



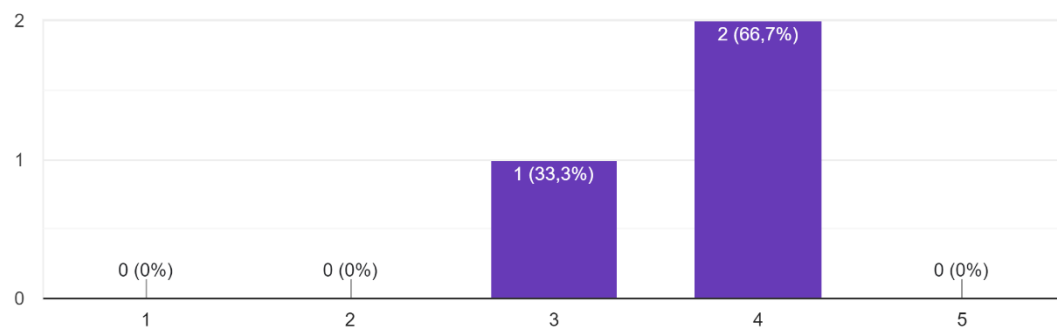
10. Senti-me presente no ambiente virtual.

3 respostas



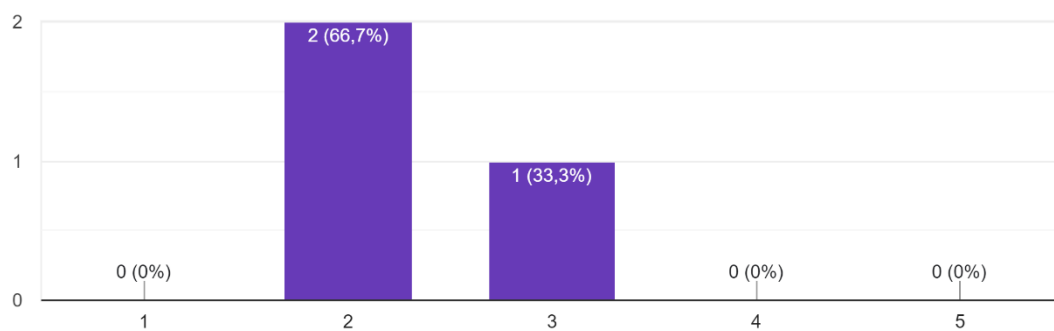
11. Durante a experiência continuei a prestar atenção ao local onde estava a ter a experiência.

3 respostas



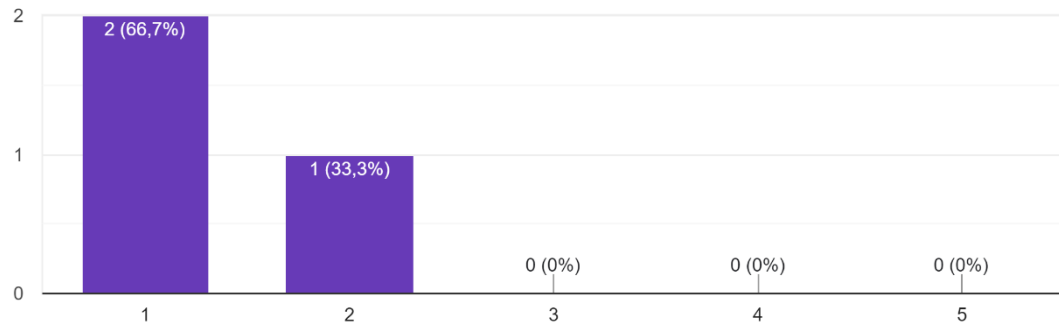
12. O ambiente virtual pareceu-me mais realista do que o mundo real.

3 respostas



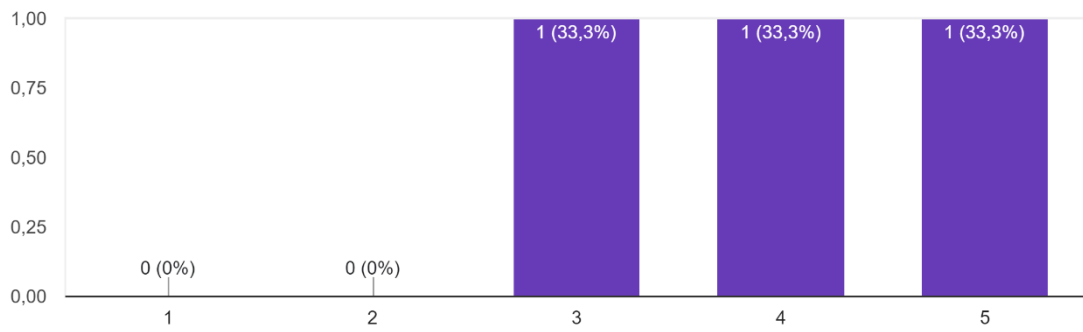
13. Senti-me como se estivesse apenas a visualizar imagens.

3 respostas

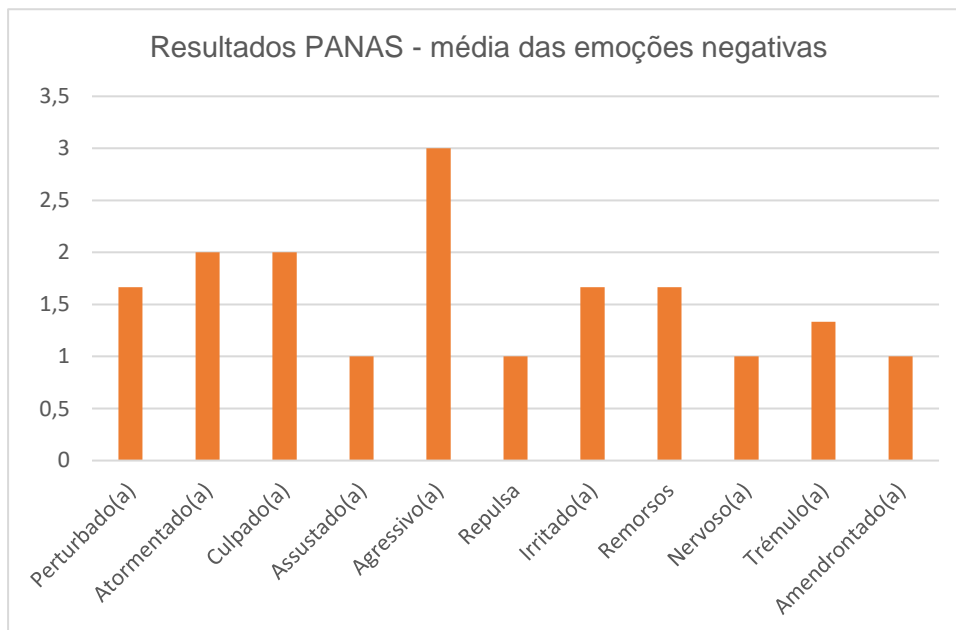
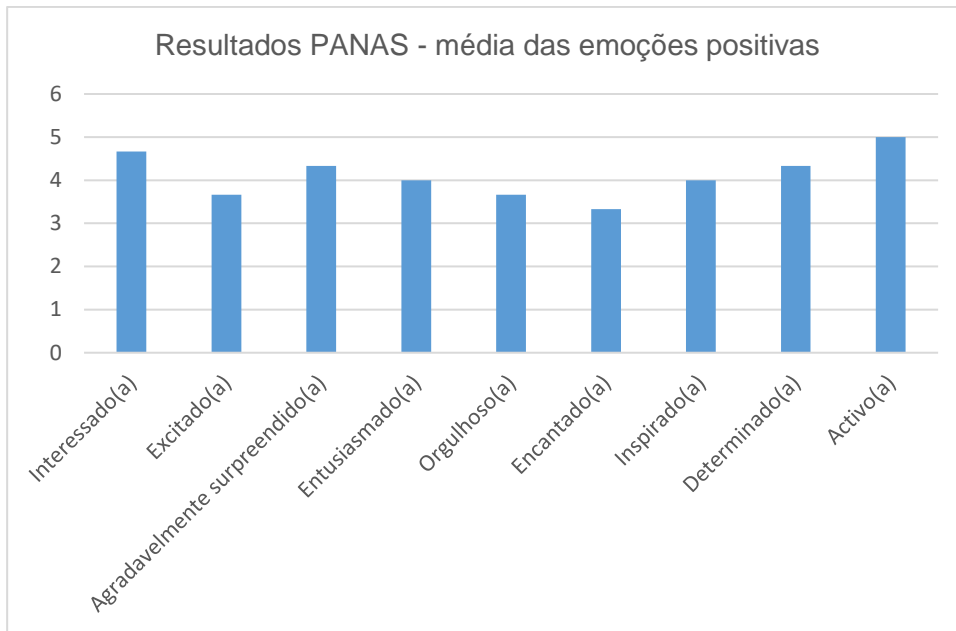


14. Senti-me completamente atraído(a) pelo ambiente virtual.

3 respostas



Etapa 3: Efeitos Positivos e Negativos do sistema.



Anexo C – Aceder ao ConectARverse

ConectARverse | Ambiente metaverso da Rede ConectAR

O acesso à plataforma poderá ser realizado por telemóvel, computador ou óculos de realidade virtual. A seguir apresentaremos o passo a passo para os três tipos de dispositivos:

Computador pessoal (*web browsers*):

1. Aceder à plataforma Spatial, aqui: <https://bit.ly/41lczZs> (só funciona em Chrome, Firefox, Safari 15.6 ou mais recente).
2. Pode registar-se na plataforma Spatial ou entrar sem registo. Caso não tenha interesse em registar-se, escolha um dos avatares que o irá representar no mundo da realidade virtual e clique “Continue” (Figura 49);

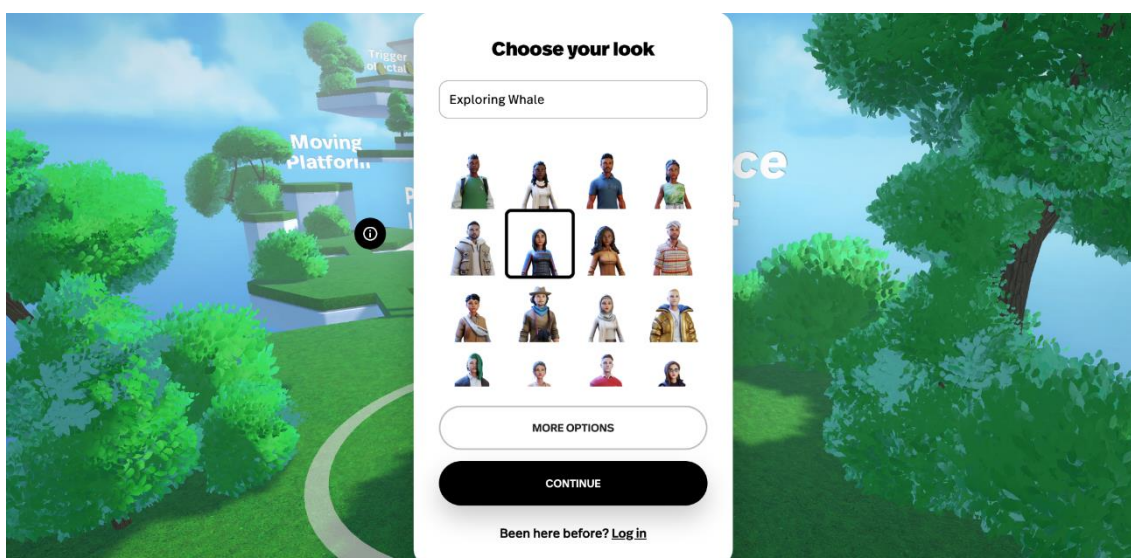


Figura 49: Aceder ao Spatial sem login, com escolha de algum avatar pré-definido pela plataforma

3. Caso prefira criar o seu próprio avatar, terá de se registar na plataforma. Escolha a opção “more options” (Figura 50) e siga os passos do processo de registo na plataforma.

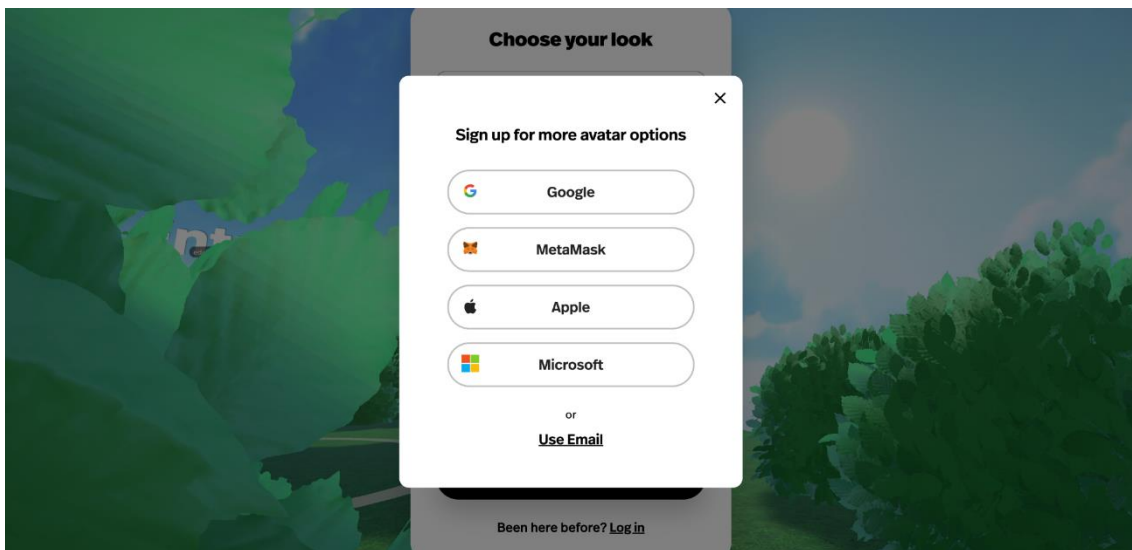


Figura 50: Outras opções para a realização de cadastro na plataforma Spatial

4. Utiliza as teclas a seguir para se mover no ConectARverse:

- a. "W" para seguir em frente ↑ ;
- b. "S" para retroceder ↓ ;
- c. "A" para virar à esquerda ← ;
- d. "D" para virar à direita → ;
- e. Utiliza as setas ou o rato para direcionar a câmara;
- f. Utiliza o rato para interagir com os conteúdos e clicar nos botões para viajar entre ambientes.

Telemóvel (aplicação):

1. Instalar a aplicação da plataforma Spatial (Spatial Systems Inc.) no telemóvel;
2. Aceder à plataforma Spatial, aqui: <https://bit.ly/41lcZzS> (aceder pela aplicação);
3. Seguir os passos 2 e 3 descritos acima;
4. Tanto a movimentação pelo ambiente virtual quanto a interação com ele, serão realizados por meio de toques no ecrã.

Óculos de Realidade Virtual (apenas *Oculus Quest* ou *Oculus Quest 2*):

1. Instalar a aplicação da plataforma Spatial (Spatial Systems Inc.) no dispositivo;
2. Aceder à aplicação e procurar pelo ConectARverse;
3. Seguir os passos 2 e 3 da opção "Computador pessoal" para a criação do seu avatar;
4. A movimentação poderá ser feita por meio do *Thumb Stick* e do *Trigger Button* (indicar um ponto no espaço e avançar até ele). A interação com o ambiente se dá por meio do *Trigger Button*.

Anexo D – Licenças Creative Commons

Este anexo contém as licenças Creative Commons de modelos 3D utilizados neste trabalho. As licenças Creative Commons são uma forma de proteção dos direitos autorais, permitindo que outros utilizem, compartilhem e modifiquem o conteúdo, desde que sejam atribuídos os devidos créditos.

"Gerrit Rietveld Red and Blue Chair" (<https://skfb.ly/6QUct>) by mattabbfal is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"The Elephants" (<https://skfb.ly/6yWWu>) by Rickerson is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Lake Shore Drone Scan" (<https://skfb.ly/oDrNw>) by Per's Scan Collection is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Vintage Montgomery Ward & Co. Airline Radio" (<https://skfb.ly/o7DEv>) by Global Digital Heritage is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"meeting space JJ" (<https://skfb.ly/o9rxo>) by Jarinyajeee is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Kiln of the First Flame" (<https://skfb.ly/o9rNI>) by ATHITXT is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Meeting place" (<https://skfb.ly/o9qZD>) by Selaluk is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Puff Clasic - puff clásico" (<https://skfb.ly/onDVG>) by ArnoldE is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"transparent screen TV" (<https://skfb.ly/6YYvH>) by the 86 guy is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Tablet" (<https://skfb.ly/otLQq>) by 1-3D.com is licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

"Tablet" (<https://skfb.ly/6V6tY>) by jQuery is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Outdoor-hanging-lounge-chair" (<https://skfb.ly/o9qqB>) by RobbyJesus is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Pillow, cushion" (<https://skfb.ly/6StnV>) by SusanKing is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Cushion Squid Game" (<https://skfb.ly/oqrZz>) by Maxime66410 is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

"Cube_ Puff" (<https://skfb.ly/oEY8J>) by rickmaolly is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Leather Puff" (<https://skfb.ly/oFWEv>) by rickmaolly is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Bean Bag - Base Mesh 2" (<https://skfb.ly/oCSWZ>) by Unreal Designer is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Bean Bag - Base Mesh 3" (<https://skfb.ly/oCSXv>) by Unreal Designer is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Pillow" (<https://skfb.ly/6WTUv>) by batu.eken is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Gravel Path Material" (<https://skfb.ly/6ZUP9>) by RBG_illustrations is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Gravel_path Texture" (<https://skfb.ly/oqCWC>) by slls666 is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Lake Shore Drone Scan" (<https://skfb.ly/oDrNw>) by Per's Scan Collection is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Blue Tulips - Low Poly" (<https://skfb.ly/6Uw7u>) by purepoly is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Simple Tulip" (<https://skfb.ly/6XwEq>) by Ingenuitee is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

"Wooden bridge" (<https://skfb.ly/osIQY>) by renaud lapierre is licensed under Creative Commons Attribution (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Anexo E – IJUP – Resumo

Title: Metaverse platforms for socialization and communication of science on respiratory health

Bonini, Eduardo, Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal

Sá-Sousa, Ana, CINTESIS@RISE, MEDCIDS, Faculty of Medicine of the University of Porto, Porto, Portugal

Baía Reis, António, Innovation on Digital Media Research Lab, University Carlos III of Madrid, Madrid, Spain

Dias da Costa, Emília, Design Department, Faculty of Fine Arts, University of Porto, Porto, Portugal

Abstract

Introduction

The digital environment named as metaverse is a collective and immersive virtual space, which allows real-time interaction. The ConectAR collaborative network intends to develop a metaverse environment aimed to socialization and disseminating scientific knowledge on respiratory health, easy to access through multiple devices and free of charge. There are several metaverse platforms available, and not all of them fulfill this purpose.

Objective

In the present work, we intend to evaluate current metaverse platforms in order to decide which one is the most appropriate for the purposes above-mentioned.

Methods

Firstly, several platforms were selected according to the following criteria: 1) availability in Portugal; 2) integration with APIs; 3) a robust SDK; 4) hosting on a secure and free server; 5) created not exclusively to one metaverse area (games, socialization, etc.). Secondly, platforms were evaluated in terms of the characteristics hereinafter: 1) purpose; 2) ways of access and it's devices; 3) extension and quality of system documentation; 4) technological potential of the system; 5) community's size and engagement.

Results

Decentraland, Roblox, Second Life, Spatial and VRChat platforms were selected. Decentraland is dedicated to the exploration of virtual worlds and collecting NFTs, only accessible by computer. Roblox, despite having wide access, focuses on gaming. Second Life, Spatial and VR Chat are aimed at socializing and exploring virtual worlds, but Spatial is the only one which has both broad access and works on a browser.

Conclusion

Spatial is the most appropriate for socializing and communicating science, it has an easy access, technological potential for 3D modelling, animation and code. In this sense, it has a potential to create a more interactive and responsive virtual environment. The reason why it was the platform chosen to build the metaverse environment of ConectAR network.

Keywords: metaverse; digital health; virtual environments; multi-participant environments; immersive technologies.

Anexo F – SOPCOM – Resumo

Título: O Metaverso na divulgação da ciência em saúde respiratória e promoção de dinâmicas de socialização inovadoras.

E. Bonini 1; A. Sá-Sousa 2; A. Baía Reis 3 , E. Dias da Costa 4

1-Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2- CINTESIS@RISE, MEDCIDS, Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Porto, Portugal 3- Innovation on Digital Media Research Lab, University Carlos III of Madrid, Madrid, Spain 4- Departamento de Design, Faculdade de Belas Artes, Universidade do Porto, Porto, Portugal

Resumo:

O metaverso, conceito que engloba ambientes virtuais imersivos e interativos, apresenta-se como uma ferramenta promissora na comunicação de ciência, oferecendo potencial para o desenvolvimento de experiências sociais inovadoras em mundos virtuais. Este estudo empírico, com uma abordagem metodológica predominantemente netnográfica, permeada com prototipagem de carácter arts-based research, teve como objetivo identificar a plataforma de metaverso mais adequada para promover a ciência da saúde respiratória no projeto ConectAR, um projeto de investigação da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto que visa criar uma rede de colaboração entre doentes, investigadores e a sociedade em geral. Neste sentido, cinco plataformas de metaverso foram selecionadas e analisadas quanto à sua finalidade, acessibilidade, compatibilidade multiplataforma (óculos de realidade virtual, desktop e mobile), qualidade da documentação do sistema, potencial tecnológico e dimensão e envolvimento da comunidade. Das cinco plataformas, nomeadamente, Decentraland, Roblox, Second Life, Spatial e VRChat, Spatial foi considerada a mais adequada devido à sua acessibilidade, compatibilidade com navegadores e recursos para modelagem 3D, animação e abordagem no code. Consequentemente, no contexto do projeto ConectAR, procuramos desenvolver uma forma inovadora de comunicar os resultados de investigação do projeto instrumentalizando a plataforma Spatial. Desta forma, o presente estudo resultou na criação de um espaço de realidade virtual multimodal para o ConectAR, onde investigadores, doentes e o público em geral podem aprender sobre doenças respiratórias através de experiências imersivas. Além disso, este protótipo serve como um espaço virtual inovador para promover reuniões virtuais, atividades de team building e outros eventos relacionados. Neste sentido, o objetivo fundamental deste artigo é o de apresentar os resultados preliminares do estudo realizado, com especial foco num conjunto de boas práticas e diretrizes para utilizar estas tecnologias na

comunicação científica, mas também discutir o impacto gerado no fortalecimento do vínculo entre a rede ConectAR composta por doentes, investigadores da área da saúde e sociedade em geral.

Palavras-chave: metaverso, realidade virtual, comunicação de ciência, doenças respiratórias, educação para a saúde

Linha de investigação: Cibercultura

Anexo G – Intermediartes – Artwork

Creating a metaverse environment for socialization and communication of science on respiratory health

Bonini, Eduardo¹, Sá-Sousa, Ana², Dias da Costa, Emília³ and Baía Reis, António⁴.

¹ Faculty of Engineering, University of Porto, Porto, Portugal

² CINTESIS@RISE, MEDCIDS, Faculty of Medicine of the University of Porto, Porto, Portugal

³ Design Department, Faculty of Fine Arts, University of Porto, Porto, Portugal

⁴ Innovation on Digital Media Research Lab, University Carlos III of Madrid, Madrid, Spain

Abstract. The ConectAR is a network of patients with chronic respiratory diseases (CRD) and their carers involved in health research. To our knowledge, there are no metaverse environments in Portuguese to promote health education and communication and to support patient and public involvement (PPI) in health research. We aimed to develop such a virtual environment based on the needs and perspectives of patients, carers and researchers.

We defined personas and requirements for the virtual environment. Then we (1) analyzed the motivations and usage scenarios; (2) defined interactivity and immersion parameters to engage the users better; (3) selected the content inventory; (4) established the visual reference mapping to guide us in the creative process. We selected the Spatial platform and also used Unity and Blender software.

Based on the interests and perspectives of CRD patients, caregivers, researchers, and healthcare professionals who are part of the ConectAR network, we build a metaverse environment with interconnected spaces, offering informative and educational content through visual and audio experiences. To create a pleasant and immersive experience, we sought inspiration in natural parks with a connection to art and used multimodal interaction features.

We developed a metaverse environment focused on socialization, dissemination of educational content, and supporting PPI in health research. This platform is accessible through various devices, free of charge. The environment's design transports people from their everyday lives to an idyllic space, aiming to provide an experience that combines functional aspects with experiential aesthetics.

Keywords: Metaverse, Digital health, Multi-participant environments

Funding: This work is financed by national funds through FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., within the project reference EXPL/SAU-SER/0439/2021: *ConectAR – Collaborative Network: patient and public engagement to advance respiratory disease and digital health research.*

1. Context of study

Chronic respiratory diseases (CRD), such as asthma and chronic obstructive pulmonary disease (COPD), are a source of substantial burden, with increased morbidity and mortality [1]. Digital technologies can effectively engage patients in the self-management of their disease, reduce exacerbations and improve patients' quality of life [2].

Patient and Public Involvement (PPI) in research refers to “research being carried out ‘with’ or ‘by’ members of the public (including patients, potential patients, carers and people who use health and social care services) rather than ‘to’, ‘about’ or ‘for’ them” [3]. Patients and members of the public are getting involved as valuable members in innovative health solutions. In Portugal, ConectAR is the first network of patients with chronic respiratory diseases and their caregivers to involve them in scientific research and co-production of digital health tools[4].

In PPI, one of the major challenges is education level, training and communication between patients, researchers and the other stakeholders of the research path [5]. The ConectAR network is developing several communication channels to improve communication and health education while reaching different target audiences. One of the chosen channels is the virtual environment known as the metaverse.

The metaverse is a collaborative and immersive virtual space that allows real-time interaction with the environment and other users [6]. In the scientific and corporate fields, the healthcare sector has long used metaverse platforms to raise awareness among people and even for telemedicine practices. However, such environments often aim to simulate physical reality and do not provide a meaningful interactive experience. To our knowledge, there are no metaverse environments in Portuguese to promote health education and communication between patients and researchers and to support PPI in health research.

We aimed to develop a virtual environment based on the needs and perspectives of patients, carers and, researchers, members of the ConectAR network. This artwork describes the creative process of developing the ConectAR network's virtual environment.

2. Development of a virtual environment in the Metaverse

2.1 Requirements and motivations definition

Within the ConectAR network, focus groups were conducted with patients with chronic respiratory diseases and carers to explore their interests and perspectives regarding the relevance of being involved in a PPI network and suggestions for its implementation. We used the results of these focus groups to define personas, requirements, and content inventory for the virtual environment.

Then we began the digital project development process by analyzing the motivations and usage scenarios based on defined primary personas [7].

2.2 Construction of the virtual environment

Once the general requirements of the virtual environment were defined, we evaluated available metaverse platforms and selected the most adequate to be used in the project. Metaverse platforms differ in many aspects, including their purposes, levels of technological potential and documentation quality. After an objective evaluation, we selected the Spatial platform for its easy and fast onboarding process.

The next step was to define the parameters for building the virtual environment regarding interactivity [7] and immersion [8]. Then we proceeded to establish the content inventory by selecting the most suitable materials previously produced by ConectAR for the virtual environment.

Then we created a visual reference mapping based on the patients' expressed interest at the start of the ConectAR project to guide our creative process. We looked for pleasant and open environments in people's daily lives. Then, we moved on to the spatial organization and creation of the environment using Unity, a tool used by the Spatial platform's Software Development Kit (SDK), and Blender for modelling.

3. Results

For the development of the virtual environment for the ConectAR network, the two primary user profiles defined were patients with chronic respiratory diseases and caregivers and researchers and healthcare professionals who are part of the ConectAR network. The motivation of the patients and carers in using digital technologies is related to learning about their disease and, especially, to not feeling alone in their concerns and anxieties regarding respiratory health. As for researchers and healthcare professionals, the motivation is related to content sharing, communication of results, and the opportunity to participate in remote meetings and events. As such, the virtual environment must correspond to these motivations. It also has to be easily accessible through various devices, free of charge.

The interactivity and immersion parameters of the virtual environment to develop should be:

- Dedicated Spaces: to bring people together for collaborative work and provide information and awareness about respiratory health;
- Activities: interactive activities and objects that enable learning experiences;
- Responsiveness: accessible on multiple devices while maintaining interactivity;
- Originality: the virtual environment should draw inspiration from nature to create a pleasant space for people to visit, with a connection to the art;
- User Support: to provide information about ConectAR, its respective spaces, and links to its media channels.

After analyzing all the content previously developed by the ConectAR team, we selected those to be included in the virtual environment and organized them into the following groups:

- a. "About Us": information about ConectAR, links to social media channels; testimonials from patients and caregivers; photos of the founding team.
- b. Health and Well-being Tips: Asthma management guidelines and inhaler tutorial videos; educational content on chronic respiratory diseases.
- c. Scientific Publications and Awards: research articles and presentations at scientific meetings; awards.
- d. Events and Activities: videos and photos of past events; artistic productions related to ConectAR activities; immersive sound experience that encourages users to focus, relax, and become aware of their breathing.

To create the visual reference mapping that guided us in the creative process, we took inspiration from parks that offer a natural atmosphere within urban spaces. Additionally, a natural park is open and spacious, encourages deep breathing, and stimulates a sense of serenity and peace, which is desired for the virtual environment. We sought inspiration from Serralves Park, located in Porto, as it promotes a connection between nature and art and provides opportunities to create points of interest for users in the virtual environment.

The Spatial platform restrictions on the size of the file package uploaded to the virtual environment made us organize the virtual environment into five specific spaces, one for each content group, in addition to a space specifically designated for work meetings. These spaces are interconnected by portals (a tool that connects different virtual spaces within the Spatial platform). Using Unity, we built the five spaces by modelling the terrain, applying textures, and adding various 3D models (prefabs) such as furniture, buildings, objects, and high-fidelity trees from a vast library of visual assets. We used the Unity's visual scripting tool to add responsiveness to the environment, such as in the case of the sound experience. As for the modelling and, mainly, the editing of 3D objects, we used the Blender software.

The environment was built to accommodate multimodal interaction. A significant portion of the interaction relies on mouse clicks for PC access, touchscreen taps for mobile access, and touch devices for VR headsets. There is also the possibility of text-based interaction (chat) and voice communication for interpersonal interaction.

The environment also features spatial interaction, especially in activating the sound experience. Both the audio playback control and volume are related to the space around a big radio that plays the audio when triggered. Therefore, the interaction depends on the avatar's position in the virtual space. The audio starts playing if the avatar enters the area within a certain radius around the radio and stops if the avatar exits this area. The sound volume is also spatial, meaning it decreases as the avatar moves away from the source, in this case, the radio. As a result, only users close to the radio will experience the immersive audio file without the risk of the audio taking over the entire space, and it also encourages users to remain focused on the immersion process proposed by the experience.

4. Conclusion

For the first time in Portugal, we developed a metaverse environment focused on socialization, dissemination of educational content using innovative languages, and supporting PPI in health research, based on ConectAR needs and perspectives. This platform is accessible through various devices, free of charge. We have designed an environment that transports people from their everyday lives to an idyllic space, aiming to provide an experience that combines functional aspects, such as learning, and information sharing, with experiential aesthetics.

In the future, members of the ConectAR network will test the platform, and three dimensions of the user experience in the environment will be assessed: usability issues using the System Usability Scale (SUS)[5]; the levels of immersion experienced by users in the virtual environment using the Immersive Presence Questionnaire (IPQ)[6,7,8]; and the emotional impact of using the environment through the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)[9].

References

1. GBD 2015. Chronic Respiratory Disease Collaborators. Global, regional, and national deaths, prevalence, disability-adjusted life years, and years lived with disability for chronic obstructive pulmonary disease and asthma, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet Respir Med.* 2017 Sep;5(9):691-706. doi: 10.1016/S2213-2600(17)30293-X. Epub 2017 Aug 16. Erratum in: *Lancet Respir Med.* 2017 Oct;5(10):e30. PMID: 28822787; PMCID: PMC5573769. [https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(17\)30293-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(17)30293-X/fulltext)
2. Neves A.L., Freise L., Laranjo L., Carter A.W., Darzi A., Mayer E. Impact of providing patients access to electronic health records on quality and safety of care: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Qual Saf.* 2020 Dec;29(12):1019-1032. doi: 10.1136/bmjqs-2019-010581. Epub 2020 Jun 12. PMID: 2532814; PMCID: PMC7785164. <https://qualitysafety.bmj.com/content/29/12/1019>
3. INVOLVE (2012). Briefing notes for researchers: involving the public in NHS, public 357 health and social care research. INVOLVE, Eastleigh.
4. Sá-Sousa A., Rodrigues T., Fernandes S., Santos A.M., Garcia-Lema I., Costa E.D., Chaves Loureiro C., Boechat J.L., et al. ConectAR: Collaborative network of patients with asthma and carers actively involved in health research. A protocol for patient and public involvement. *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* 2022 Mar 10. <http://doi.org/10.23822/EurAnnACI.1764-1489.249> Epub ahead of print. PMID: 35261226
5. Martineau J. T., Minyaoui A., Boivin A. Partnering with patients in healthcare research: A scoping review of ethical issues, challenges, and recommendations for practice. *BMC Medical Ethics.* 2020 May 1;21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32393230/> doi: 10.1186/s12910-020-0460-0.
6. Lee, L-H.; Braud, T.; Zhou, P.; Wang, L.; Xu, D.; Lin, Z.; Kumar, A.; Bermejo, C.; Hui, P. All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda. *Journal of latex class files*, vol. 14, NO. 8, September (2021).
7. Preece, Rogers, Yvone, Sharp, Helen. *Interaction design: beyond human-computer interaction.* Wiley (2015).
8. Park, S.; Kim, Y. A Metaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges. *IEEE Access*, vol. 10, pp. 4209-4251 (2022).
9. Lourenço, D. F.; Carmona Valentim, E.; Baena de Moraes Lopes, M. H. Traducción y adaptación transcultural de la System Usability Scale al portugués de Brasil. *Aquichan*, 22(2), e2228. (2022).
10. Melo, M.; Gonçalves, G.; Vasconcelos-Raposo, J.; Bessa, M. How Much Presence is Enough? Qualitative Scales for Interpreting the Igroup Presence Questionnaire Score. in *IEEE Access*, vol. 11, pp. 24675-24685, 2023.
11. Magalhães, M.; Melo, M.; Bessa, M.; Coelho, A. F. The Relationship Between Cybersickness, Sense of Presence, and the Users' Expectancy and Perceived Similarity Between Virtual and Real Places. in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 79685-79694, 2021.
12. Vasconcelos-Raposo, J.; Bessa, M.; Melo, M.; Barbosa, L.; Rodrigues, R.; Teixeira, C. M.; Cabral, L.; Sousa, A. A.. Adaptation and Validation of the Igroup Presence Questionnaire (IPQ) in a Portuguese Sample. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 2016; 25 (3): 191–203.
13. Galinha, I. C.; Pais-Ribeiro, J. L.. Contribuição para o estudo da versão portuguesa da Positive and Negative Affect Schedule (PANAS): II – Estudo Psicométrico. in *Análise Psicológica*, vol 23, no. 2 (2005).

