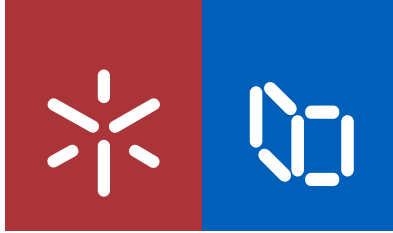


Universidade do Minho
Escola de Letras, Artes e Ciências Humanas

Filipe Daniel Ferreira Macedo

**NATO Edu-Metaverse:
Gamificação de tours virtuais educativos**



Universidade do Minho

Escola de Letras, Artes e Ciências Humanas

Filipe Daniel Ferreira Macedo

**NATO Edu-Metaverse:
Gamificação de tours virtuais educativos**

Relatório de Projeto
Mestrado em Humanidades Digitais

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Sílvia Lima Gonçalves Araújo
e do
Professor Doutor Bruno Reynaud de Sousa

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos. Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio dado durante minha jornada académica. Também desejo expressar meus sinceros agradecimentos e apreço aos meus orientadores, Doutora Sílvia Araújo e Doutor Bruno Reynaud de Sousa, pela oportunidade de participar deste projeto e por toda a ajuda e feedback fornecidos ao longo do desenvolvimento.

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducentes à sua elaboração. Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho

NATO Edu-Metaverse: Gamificação de tours virtuais educativos

RESUMO

A inovação tecnológica em software de realidade virtual tem vindo a responder à crescente necessidade de diversas áreas se apresentarem ao mercado de forma moderna e atrativa. Na atualidade, marcada por uma sobrecarga de estímulos online e um público cada vez mais exigente, torna-se fundamental destacar-se através de uma exposição diferenciada e impactante. O projeto *NATO Edu-Metaverse*, aqui apresentado, insere-se numa iniciativa mais ampla composta por dois projetos de divulgação e ensino sobre a organização, sob o nome *NATO4Schools*, que visa aproximar o público jovem dos valores e da missão da OTAN.

Este projeto propõe o desenvolvimento de um tour virtual imersivo, baseado no programa da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), com o objetivo de contextualizar a sua missão, promover o conhecimento sobre a sua atuação no cenário internacional, e transmitir os seus valores e a sua história de forma interativa e acessível. A experiência centra-se na gamificação, incorporando elementos de *escape room*, com desafios e enigmas que incentivam a participação ativa, proporcionando uma jornada virtual que não seja apenas educativa, mas também envolvente e dinâmica. As informações essenciais sobre a instituição estão integradas nas *quests* do jogo, o que facilita a aquisição da mensagem de forma lúdica e eficaz, mantendo o utilizador envolvido enquanto aprende.

Além disso, o *NATO Edu-Metaverse* promove uma nova forma de ensino e divulgação, aproveitando as mais recentes inovações tecnológicas para criar uma ponte entre a educação tradicional e os novos formatos digitais interativos, adaptados às preferências e hábitos do público contemporâneo.

Palavras-chave

Educação; escape room; gamificação; metaverso; tour virtual.

NATO Edu-Metaverse: Gamification of educative virtual tours

ABSTRACT

Technological innovation in virtual reality software has been addressing the growing need for various fields to present themselves to the market in a modern and attractive way. In today's world, marked by an overload of online stimuli and an increasingly demanding audience, it is essential to stand out through differentiated and impactful exposure. The NATO Edu-Metaverse project, presented here, is part of a broader initiative comprising two outreach and education projects about the organization, under the name NATO4Schools, aimed at bringing the younger audience closer to NATO's values and mission.

This project proposes the development of an immersive virtual tour, based on NATO's program, with the goal of contextualizing its mission, promoting knowledge about its role on the international stage, and conveying its values and history in an interactive and accessible way. The experience focuses on gamification, incorporating escape room elements, with challenges and puzzles that encourage active participation, providing a virtual journey that is not only educational but also engaging and dynamic. Essential information about the institution is integrated into the game's quests, facilitating the acquisition of the message in a playful and effective manner, keeping the user engaged while learning.

Furthermore, the NATO Edu-Metaverse promotes a new form of teaching and outreach, leveraging the latest technological innovations to bridge the gap between traditional education and new interactive digital formats, adapted to the preferences and habits of the contemporary audience.

Keywords

Education; escape room; Gamification; metaverse; virtual tour.

ÍNDICE

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE.....	iv
RESUMO	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
Introdução	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. NATO4Schools	1
1.3. Objetivos e contributo expectável	2
1.4. Organização do relatório	2
2. Enquadramento Teórico	3
2.1. O que são tours virtuais e plataformas interativas?	3
2.2. O que é a gamificação e qual o seu papel na educação?	4
3. Desenvolvimento do Projeto	6
3.1. Ferramentas e Software	6
3.1.1. Spatial	6
3.1.2. Spatial SDK.....	7
3.1.3. Unity.....	7
3.1.4. Integração entre o Unity e o Spatial.....	7
3.2. Conteúdos do projeto	8
3.2.1. Recolha e escolha da informação	9
3.2.2. Temas	9
3.2.3. Vídeos	10
3.2.4. Imagens e Infográficos	10
3.3. Criação do espaço virtual	11
3.3.1. Estrutura do edifício principal.....	11
3.3.2. Detalhes e texturas	13
3.3.3. Exterior	17
3.3.4. Interior.....	20
3.3.5. Disposição da informação.....	22
3.4. Quests	24
3.4.1. Desenvolvimento das Quests	24

3.4.2.	Objetivos das <i>Quests</i>	29
3.5.	Integração com o <i>Spatial</i>	30
3.5.1.	Personagens.....	30
3.5.2.	Controlos	31
3.5.3.	Acessibilidade	33
3.5.4.	Portais.....	34
3.5.5.	Vídeos	34
4.	Primeiros testes	35
4.1.	Resultados e comparação entre grupos.....	35
5.	Conclusão	38
	Bibliografia.....	40
	Anexos.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Workflow dos conteúdos do projeto	8
Figura 2: Menu da ferramenta probuilder	12
Figura 3: Skybox material	13
Figura 4: Skybox material 2	14
Figura 5: Directional light.....	14
Figura 6: Material de cimento	15
Figura 7: Material de vidro	16
Figura 8: Material vidro baço	16
Figura 9: script de ponto de começo.....	17
Figura 10: Separação das bandeiras pelos vértices	18
Figura 11: Cascata de objetos componentes de um Flag Game Object	18
Figura 12: Flag mesh.....	19
Figura 13: Expositores de Videos e Imagens.....	20
Figura 14: Teletransportador.....	21
Figura 15: Game Object, Teletransportador.....	21
Figura 16: Nomes dados a cada sala nas paredes	22
Figura 17: Sala Comemorativa do 75º Aniversário da OTAN	22
Figura 18: Script de Quests	25
Figura 19: Objeto interágivel	26
Figura 20: Script do Game Object Interactable	27
Figura 21: Exibidor do Objetivo da Quest.....	27
Figura 22: Audios	28
Figura 23: Exibidor de objetivos de Quest.....	28
Figura 24: Texto interativo	29
Figura 25: Customização de Avatar.....	31
Figura 26: Controlos	32
Figura 27: Demonstração de Controlos	33
Figura 28: Portais.....	34

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Resultados por grupo.....	36
--------------------------------------	----

Introdução

Primeiramente neste relatório será dada a contextualização do projeto. Explora as razões que fazem com que *tours* virtuais tenham um papel importante e possam ser implementadas para ensino como para dar a conhecer instituições. São também identificadas as questões levantadas e motivações para a criação deste protótipo. Por fim, este capítulo delinea a organização do relatório, apresentado os tópicos analisados neste trabalho.

1.1. Contextualização

Ao longo dos anos a presença digital da faixa estaria mais jovem tem vindo a crescer. Estudantes e jovens de atualmente cresceram rodeados por tecnologia. De um ponto de vista social há já uma necessidade de ter presença digital para fazer parte do quotidiano destes mesmos. Adaptação de vários setores têm vindo a ser feita para acompanhar estas mudanças de comportamento, tendo educação como exemplo. A criação de ferramentas digitais para educação é de elevada importância para que não haja uma desconexão entre o modo de ensino com o grupo-alvo.

O tempo de retenção de atenção é um grande fator na criação destas ferramentas, os constantes estímulos visuais a que somos expostos diariamente condicionam a maneira como consumimos qualquer tipo de conteúdo, incluindo como lidamos com aquisição de novos conhecimentos.

Tours virtuais gamificados representam uma das várias maneiras de utilizar a tecnologia para promover métodos de ensino mais dinâmicos e envolventes. Estes recursos permitem a criação de ambientes virtuais 3D interativos que não se limitam a um único local, sendo acessíveis tanto em escolas quanto em casa. Além disso, ao incorporar elementos de gamificação, essas experiências tornam-se ainda mais envolventes e recompensadoras para os utilizadores.

Diante do rápido avanço tecnológico na educação e aprendizagem, este projeto busca identificar e explorar o potencial das visitas virtuais como ferramentas pedagógicas, desenvolvendo um protótipo que apresenta as missões e os valores da OTAN aos estudantes.

1.2. NATO4Schools

O NATO Edu-Metaverse foi concebido como parte integrante do projeto NATO4Schools, uma iniciativa abrangente que tem como objetivo promover os valores e missões da OTAN junto de públicos jovens através de ferramentas digitais inovadoras. O presente relatório documenta em detalhe o

desenvolvimento deste protótipo de tour virtual educativo. Em paralelo, o projeto inclui ainda o NATO Knowledge Hub, que se dedica à criação de uma interface radial interativa. Esta plataforma reorganiza e otimiza o conteúdo do site oficial da OTAN, com o objetivo de criar uma experiência de navegação mais intuitiva e eficaz para os utilizadores.

1.3. Objetivos e contributo expectável

Este projeto analisa o potencial dos tours virtuais gamificados no contexto educacional, destacando como essas tecnologias podem incentivar uma aprendizagem mais interativa e envolvente para os alunos. O objetivo principal é desenvolver uma plataforma virtual imersiva que apresente as missões e a história da OTAN, ao mesmo tempo que propõe desafios aos estudantes para testar os conhecimentos adquiridos. Espera-se que, como resultado, o grupo-alvo amplie seu interesse pelo tema, sendo motivado a realizar pesquisas adicionais de forma autónoma.

1.4. Organização do relatório

Este relatório está estruturado em cinco capítulos com o objetivo de apresentar de forma clara e organizada o desenvolvimento do projeto.

O primeiro capítulo introduz o tema e contextualiza a gamificação para fins educativos. O segundo capítulo explora o enquadramento teórico e aborda os conceitos fundamentais relacionados com realidade virtual (RV), gamificação e plataformas interativas que serviram como base para o desenvolvimento do projeto.

No terceiro capítulo, são apresentadas as ferramentas e softwares utilizados para a criação do tour virtual, incluindo o *Spatial.io*, *Spatial SDK* e *Unity*, com uma análise das suas funcionalidades e importância na implementação do projeto. De seguida processo de seleção e recolha da informação e conteúdos utilizados no ambiente virtual. São descritos os temas abordados, materiais, conteúdo multimédia, como vídeos, imagens e infográficos, e também a forma como esses elementos contribuem para a experiência educativa. É também descrito a criação do espaço virtual, desde a estrutura do edifício principal até às texturas e detalhes aplicados. O desenvolvimento das *quests*, com a explicação dos objetivos pedagógicos e a forma como foram implementadas para tornar a aprendizagem mais interativa e envolvente. O sétimo capítulo aborda a integração com a plataforma *Spatial*, com foco em aspetos como a personalização dos avatares, os controlos, acessibilidade, e a utilização de portais interativos.

No quarto capítulo, são apresentados os primeiros testes realizados com alunos, e é feita a comparação dos resultados obtidos com o uso do *NATO Edu-Metaverse* e os sites oficiais da OTAN.

Por fim, o quinto capítulo analisa os desafios e dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto, como as limitações técnicas da plataforma e a necessidade de adaptação dos conteúdos ao ambiente virtual.

2. Enquadramento Teórico

A realidade virtual é uma experiência imersiva e interativa gerada por computador que simula um ambiente tridimensional, frequentemente envolvendo múltiplos sentidos, como visão, som e tato. De acordo com Burdea e Coiffet (2003), essa tecnologia evoluiu significativamente, abrangendo uma ampla gama de aplicações que vão desde o entretenimento e os jogos até os cuidados de saúde e a educação.

A RV utiliza hardware e software especializados para criar, por meio de simuladores, ambientes que permitem aos utilizadores interagir e vivenciar cenários que podem ser inteiramente fictícios ou réplicas de situações do mundo real. Heim (1993) discute as implicações filosóficas dessa tecnologia, desafiando as nossas percepções da realidade e explorando como ela pode reformular a compreensão da consciência e da identidade.

Essencialmente, a RV representa uma fronteira tecnológica transformadora, com o potencial de redefinir a forma como percebemos e interagimos com o mundo, aproximando os domínios digital e físico em uma variedade de contextos (Antonopoulos et al., 2024). Esta tecnologia tem sido amplamente estudada no que diz respeito à sua aplicabilidade em diferentes setores, desde a educação até a indústria do entretenimento (Lin et al., 2023). Além disso, pesquisas recentes destacam a sua influência na criação de experiências imersivas que promovem maior envolvimento e interação dos utilizadores (Paulsen et al., 2024).

2.1. O que são tours virtuais e plataformas interativas?

As visitas virtuais são experiências digitais imersivas que permitem aos utilizadores explorar e interagir com um ambiente simulado a partir dos seus próprios dispositivos. Normalmente, estas visitas utilizam tecnologias avançadas, como fotografias de 360 graus, vídeos ou gráficos gerados por computador, para criar uma representação realista de um espaço ou local físico. Pantelidis (2010) destaca que tours

virtuais são particularmente eficazes em contextos educacionais, pois permitem a exploração de locais inacessíveis fisicamente, aumentando o engajamento dos alunos.

Estas experiências têm uma vasta gama de possibilidades e aplicações em vários sectores. Os museus, as instituições de ensino e os locais históricos podem utilizar as visitas virtuais para fornecer acesso remoto às suas exposições e coleções, (Sylaiou et al., 2017). Kavanagh et al. (2017) analisaram o impacto de tours virtuais em museus, concluindo que estes aumentam a retenção de conhecimento e a motivação para aprendizagem. De um modo geral, o potencial das visitas virtuais reside na sua capacidade de fazer a ponte entre as experiências físicas e digitais, oferecendo uma forma dinâmica e interativa de os utilizadores explorarem e interagirem com diversos ambientes (Jensen & Konradsen, 2018).

2.2. O que é a gamificação e qual o seu papel na educação?

A gamificação na educação envolve a incorporação de elementos de jogos em contextos não lúdicos para aumentar a interatividade e o envolvimento na aprendizagem. Inspirada nos escape *rooms*, esta abordagem visa cultivar as competências de resolução de problemas e a participação ativa dos alunos. A investigação de Deterding et al. (2011) e Steinkuehler & Duncan (2008) apoia o potencial da gamificação em contextos educativos. Estudiosos como Dede (2009) e Ke (2016) descobriram que as abordagens gamificadas promovem uma maior motivação dos alunos e um interesse sustentado no conteúdo.

Ao introduzir elementos de competição, realização e recompensas, os educadores podem criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, melhorando potencialmente a retenção de informação e o desempenho académico geral (Eisenlauer, 2020). A gamificação oferece um meio versátil de adaptação a diversos estilos de aprendizagem, tornando os conteúdos educativos mais acessíveis e agradáveis (Chang et al., 2024). Em resumo, a gamificação é promissora para revolucionar a experiência educativa, proporcionando um ambiente de aprendizagem mais participativo e imersivo (Di Mitri et al., 2024).

A metodologia adotada no projeto envolve uma revisão inicial de literatura, a escolha de ferramentas baseadas em trabalhos como o de Slater & Sanchez-Vives (2016) e o desenvolvimento iterativo da tour virtual. Inspirado em conclusões de estudos anteriores, o projeto busca envolver os jovens de forma autónoma e motivante.

Esta análise destaca a relevância e interconexão entre a RV, gamificação e tours virtuais na educação. Ao criar uma narrativa gamificada da OTAN, o projeto proposto visa a alavancar essas tendências para promover a compreensão e envolvimento dos jovens, oferecendo uma abordagem inovadora e imersiva para a aprendizagem. A criação de um *escaperoom* de RV acrescenta a possibilidade de imersão e inserção dos jovens nas abordagens da OTAN, promovendo motivação, autonomia e pensamento crítico.

3. Desenvolvimento do Projeto

3.1. Ferramentas e Software

O desenvolvimento da tour virtual num espaço 3D imersivo foi realizado com duas ferramentas principais: *Spatial.io*¹ e *Unity*². O *Spatial.io* é uma plataforma que possibilita a criação de experiências interativas onde os utilizadores podem interagir em tempo real em espaços virtuais. Esta plataforma é especialmente eficaz na criação de ambientes imersivos, com integração de avatares e objetos interativos. A plataforma é acessível através de navegadores web, dispositivos móveis e equipamentos de RV.

Por sua vez, o *Unity* foi utilizado como motor de jogo, essencial para a criação e programação do ambiente virtual e das funcionalidades do tour. Conhecido pela sua versatilidade no desenvolvimento de jogos e aplicações 3D, o *Unity* oferece ferramentas robustas para modelação, física, iluminação e animação. Esta flexibilidade permitiu a criação do espaço virtual, a implementação de mecânicas interativas e a organização das *quests* que mantêm os utilizadores envolvidos.

A combinação entre o *Unity* e o *Spatial.io* foi fundamental para o sucesso do projeto, permitindo que o tour virtual fosse simultaneamente apelativo e interativo, enquanto permanecia acessível em várias plataformas. O *Unity* proporcionou a criação detalhada do ambiente, enquanto o *Spatial.io* assegurou a sua publicação e acessibilidade, tornando a experiência intuitiva e envolvente para um público alargado.

3.1.1. Spatial

O fator principal que levou à escolha da plataforma *Spatial.io* para este projeto foi a sua acessibilidade. O *Spatial* permite criar e divulgar jogos, espaços, experiências sociais imersivas para web, mobile e RV. Deste modo qualquer computador e telemóvel com acesso a internet pode utilizar este recurso. Adicionalmente oferece a possibilidade de expandir para RV. A plataforma proporciona uma componente social, com a possibilidade de multijogador desde 10 até 100 utilizadores diferentes a partilhar o mesmo espaço a comunicar através de chat escrito ou por voz.

¹[unity.com](https://www.spatial.io)

²<https://www.spatial.io>

3.1.2. Spatial SDK

SDK do Spatial.io, integrado com o Unity, oferece ferramentas e APIs que permitem criar funcionalidades personalizadas e adicionar interatividade a mundos 3D. A integração com o Unity facilita a importação de modelos 3D e *assets*, além de otimizar o desenvolvimento para web, mobile e RV. O que possibilita a criação de experiências imersivas e adaptáveis, garantindo interações fluidas e consistentes em diferentes plataformas.

3.1.3. Unity

O *Unity* é um motor de jogo amplamente utilizado para o desenvolvimento de ambientes virtuais interativos, incluindo espaços e tours virtuais. A sua arquitetura flexível e o suporte para gráficos 3D permitem a criação de ambientes digitais detalhados, que podem ser utilizados para fins educacionais, turísticos ou culturais.

No desenvolvimento de tours virtuais, o *Unity* facilita a construção de espaços navegáveis, onde os utilizadores podem explorar e interagir com o ambiente, oferecendo uma simulação realista de locais físicos. A plataforma permite, também, a integração de conteúdos multimédia e interatividade, como pontos de informação e áudio descritivo, que enriquecem a experiência do utilizador. Além disso, a compatibilidade do *Unity* com diferentes plataformas, tendo como exemplo web, mobile e RV possibilita a implementação dos tours em diversos contextos, promovendo uma experiência imersiva e acessível.

3.1.4. Integração entre o Unity e o Spatial

Esta ligação é estabelecida pelo Spatial SDK, que converte os projetos criados no Unity para formatos compatíveis com o Spatial. O SDK mantém a estrutura original e adapta os elementos técnicos às limitações da plataforma. O sistema otimiza os modelos 3D, simplifica os sistemas de física e iluminação, e preserva a funcionalidade dos scripts.

No âmbito do NATO Edu-Metaverse, esta integração permitiu transferir todo o trabalho desenvolvido no Unity, incluindo a construção do edifício virtual e o desenvolvimento das interações, para o Spatial sem comprometer funcionalidades. A plataforma incorporou ainda componentes sociais essenciais, nomeadamente suporte para múltiplos utilizadores em simultâneo, sistemas de comunicação

integrados e opções de personalização de avatares, elementos que vieram enriquecer significativamente a experiência educativa.

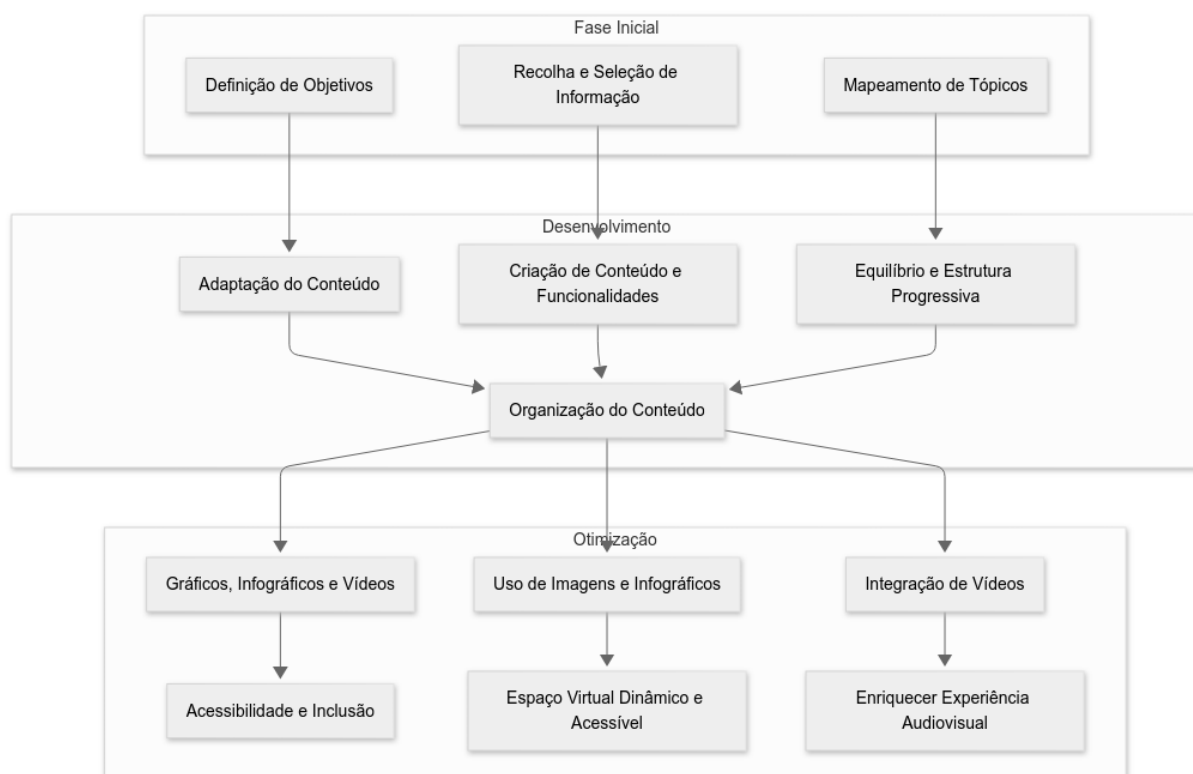
A associação destas tecnologias oferece uma solução abrangente em que o Unity disponibiliza ferramentas profissionais de desenvolvimento, enquanto o Spatial assegura a acessibilidade do projeto a uma audiência alargada. Esta metodologia revela-se particularmente eficaz na criação de experiências virtuais imersivas, as quais preservam a qualidade técnica e interativa proporcionada pelo Unity e simultaneamente beneficiam da facilidade de distribuição e das funcionalidades sociais características do Spatial.

3.2. Conteúdos do projeto

O desenvolvimento deste projeto inicia-se pela definição de objetivos claros que servem como guia para a escolha e criação de conteúdo e funcionalidades do ambiente virtual. Esta fase é crucial para garantir que o projeto cumpre o seu propósito de proporcionar uma experiência informática e intuitiva, em que os elementos interativos são dispostos estrategicamente para reter a atenção dos utilizadores.

A Figura abaixo ilustra este processo, com representação das etapas envolvidas na definição dos conteúdos do projeto.

Figura 1: Workflow do projeto



Fonte: Elaboração própria

Criar um espaço dinâmico e eficaz requer um equilíbrio cuidadoso entre a quantidade de informação e a forma como ela é apresentada, evitando sobrecargas que possam dificultar a exploração e compreensão dos temas. A organização dos conteúdos deve ser estruturada de maneira progressiva e intuitiva, facilitando o fluxo de aprendizagem.

Além disso, o ambiente deve ser concebido para garantir inclusão e acessibilidade, compatível com diversos tipos de dispositivos, ampliando o alcance e a facilidade de acesso para diferentes perfis de utilizadores.

3.2.1. Recolha e escolha da informação

A recolha e seleção é essencial para identificar e categorizar os conteúdos de forma a assegurar que a experiência consiga transmitir os objetivos e valores da OTAN de forma coesa.

A informação recolhida para este projeto baseou-se em fontes oficiais nomeadamente websites e canais da OTAN, estes oferecem conteúdos credíveis e atualizados sobre a organização. Ao utilizar informações provenientes destas plataformas oficiais é possível garantir que os conteúdos apresentados refletem os valores da OTAN de forma autêntica.

Este processo inclui a revisão de publicações digitais, bem como a seleção de vários tipos de media, como gráficos, infográficos e vídeos. Assim é possível criar um espaço virtual informativo e acessível, onde os utilizadores são guiados por um percurso coerente.

3.2.2. Temas

Foram mapeadas zonas para os diferentes temas abordados sobre a OTAN. Esta organização temática segue o princípio de oferecer uma experiência fluida e direcionada.

- *North Atlantic Treaty e NATO's Values*
- *Enlargements*
- *NATO's Missions e Core Values*
- *Collective Defense*
- *Crisis Management*

- *Cooperative Security*
- *Article 5*
- *Strategic Concept; NATO in the 21st Century; Ukraine*
- *NATO 75th Anniversary*

3.2.3. Vídeos

Para enriquecer o conteúdo do espaço virtual e diversificar os meios de comunicação, foram integrados vídeos produzidos pela OTAN, provenientes dos seus canais oficiais de YouTube e outras plataformas de alojamento de vídeo. Estes vídeos foram selecionados com o objetivo de trazer dinamismo e promover a variedade de formatos na apresentação da informação. Assim, este recurso audiovisual complementa o conteúdo textual e visual, o que visa a promover uma experiência imersiva e a simplificar a retenção de conhecimentos de forma mais interativa.

3.2.4. Imagens e Infográficos

Para complementar a informação textual, foram utilizadas tanto imagens como infográficos, distribuídos estrategicamente pelo espaço virtual. Estes elementos visuais servem para reforçar conceitos e facilitar a compreensão de dados complexos, apresentando-os de forma simplificada e acessível. A utilização de infográficos, em particular, permite condensar grandes volumes de informação num formato visual claro, promovendo uma aprendizagem mais rápida e eficaz.

3.3. Criação do espaço virtual

A criação de um espaço virtual envolve não só a recriação visual de um ambiente físico real, como também a adaptação de elementos interativos que otimizem a experiência dos utilizadores. Através do *Unity* como ferramenta principal, tirando partido da sua versatilidade foi construído um ambiente inspirado na sede da OTAN. Um dos principais desafios foi equilibrar a recriação detalhada do edifício com a necessidade de manter uma navegação fluida e intuitiva dentro do espaço digital.

Uma das ferramentas, que faz parte do leque de funcionalidades do Unity, mais úteis neste processo foi *ProBuilder*, uma ferramenta de objetos 3D, que permitiu a criação e modificação direta de modelos 3D dentro do *Unity*. Desta forma, a modelagem do edifício foi realizada com recurso ao *ProBuilder* para ajustar e otimizar a estrutura de acordo com as necessidades do ambiente virtual.

Ao contrário do edifício físico, no qual a estrutura do projeto é baseada, a escala teve de ser adaptada para garantir que os utilizadores pudessem navegar de forma eficiente, sem se perderem em grandes áreas que, no mundo real, são admiráveis, mas no virtual tornariam a experiência improgressiva.

Além disto, o design dos espaços interativos dentro do ambiente virtual foi cuidadosamente planeado. Foram colocados pontos de interesse ao longo da estrutura para facilitar a orientação dos utilizadores e mantê-los envolvidos com o conteúdo. Com o objetivo de uma navegação ainda mais prática, foram implementadas plataformas de transporte instantâneo, que permitem a deslocação rápida entre zonas distantes, garantindo uma experiência contínua e fluida. Esta integração foi realizada através de scripts personalizados, permitindo que os utilizadores se movimentem sem interrupções.

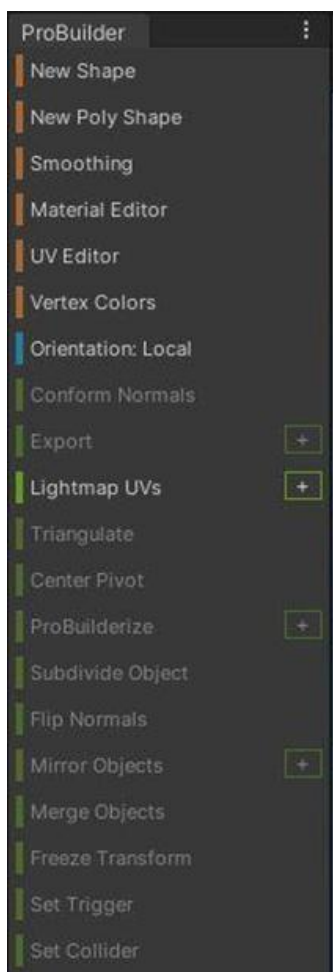
Portanto, na criação deste espaço virtual foi ponderada a questão de estética com a funcionalidade. Com o uso das ferramentas do *Unity*, a adaptação da escala e a implementação de mecanismos de navegação resultaram num ambiente imersivo que equilibra o realismo arquitetónico com a acessibilidade e a eficiência de navegação digital.

3.3.1. Estrutura do edifício principal

A estrutura do edifício principal no ambiente virtual foi dividida em nove espaços, cada um dedicado a um tema distinto relacionado com a OTAN, que por sua vez, corresponde às secções laterais visíveis do edifício real. O espaço central serve como uma ligação entre estes espaços, promovendo uma navegação intuitiva.

Utilizando o ProBuilder, cada parede, vidro e teto foi modelado individualmente, assegurando a coerência estética e funcional de cada ambiente. Após a modelação de cada componente, estes elementos foram agrupados para facilitar a duplicação eficiente da estrutura base, resultando em um layout consistente. Esta abordagem foi fundamental para garantir que a estrutura não apenas fosse visualmente atrativa, mas também prática em termos de navegação e uso de recursos, tendo em consideração as limitações da plataforma.

Figura 2: Menu da ferramenta probuilder



Fonte: Menu de funcionalidades da ferramenta ProBuilder; Unity

A disposição estratégica dos espaços permite que os utilizadores explorem facilmente os diversos tópicos relevantes à OTAN. Ademais foi incluída, uma secção final dedicada ao 75º aniversário, proporcionando uma conclusão significativa e comemorativa à experiência virtual. Assim, a estrutura do edifício principal foi projetada com uma lógica modular que equilibra estética, funcionalidade e clareza organizacional, enriquecendo o envolvimento dos utilizadores com o conteúdo apresentado.

3.3.2. Detalhes e texturas

Os detalhes desempenham um papel crucial na criação de um espaço virtual imersivo e convincente, contribuindo para a sensação de realismo e habitabilidade do ambiente. Exemplos de detalhes que podem ser implementados incluem elementos decorativos, texturas variadas e componentes funcionais que enriquecem a interação dos utilizadores com o espaço.

Neste projeto, uma skybox foi adicionada ao cenário, proporcionando a ilusão de um céu e uma atmosfera. A skybox funciona como cubo que envolve toda a cena, tem texturas aplicadas a todas as faces internas, que representam, neste caso, o céu. Ao olhar em qualquer direção, os utilizadores veem estas imagens combinadas de forma contínua, o que dá a ilusão realista dum horizonte mais distante sem exigir processamento extra do motor de jogo.

Figura 3: Skybox material

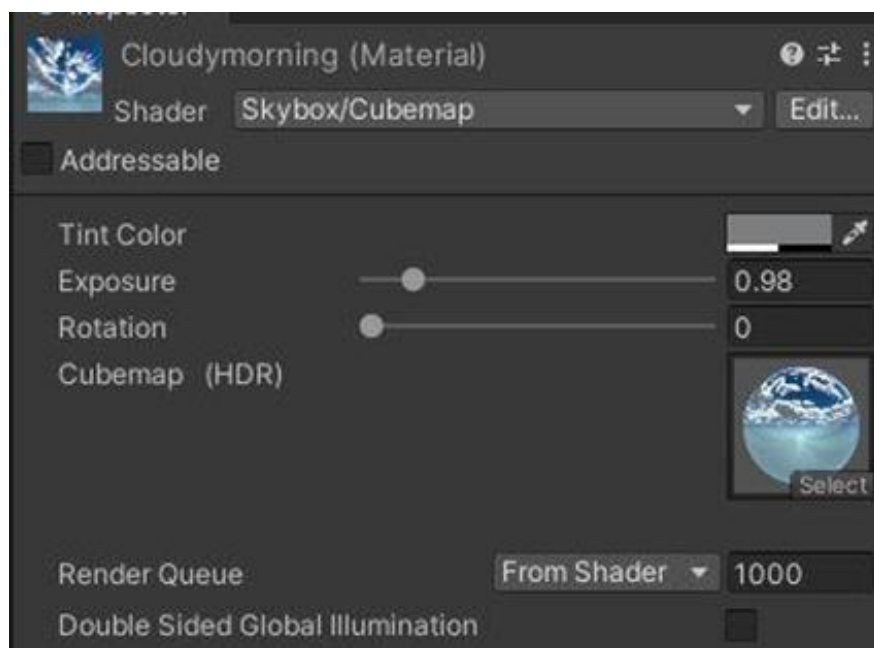
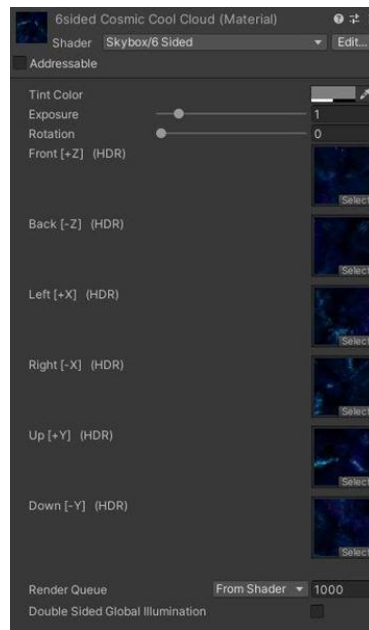


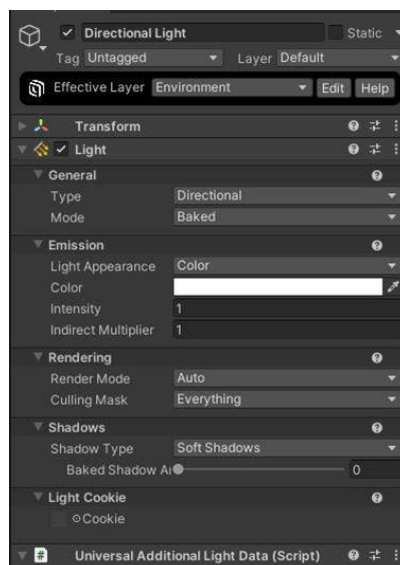
Figura 4: Skybox material 2



Fonte: Figura 3 e 4, Interface de Materials; Unity

Acompanhando esta adição, foi utilizada uma Directional Light para simular a iluminação natural do sol, garantindo que o ambiente virtual tivesse uma iluminação consistente e realista sobre o terreno. Esta ilusão é criada pela emissão de raios paralelos numa direção específica que iluminam todo cenário de maneira uniforme, como se viessem duma fonte distante.

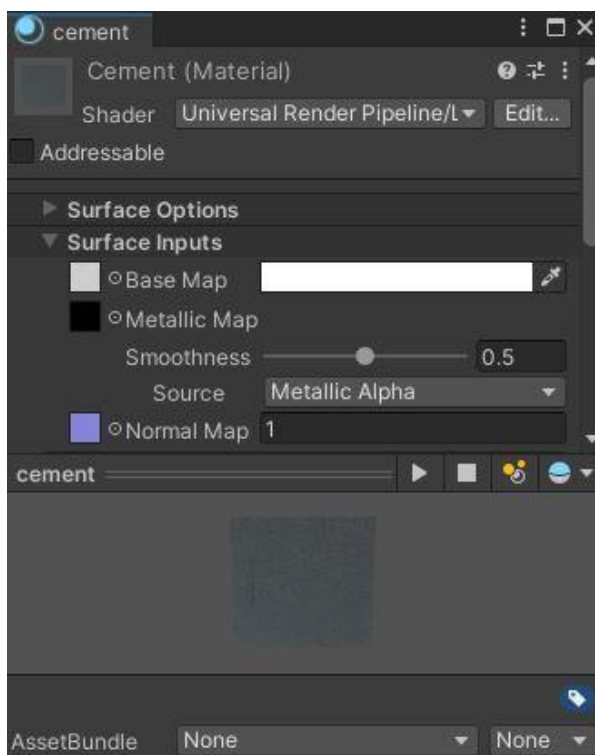
Figura 5: Directional light



Fonte: Interface de edição da Directional Light; Unity

O chão base do espaço virtual foi coberto com uma textura de relva, que apresenta a ilusão de relevo. Esta escolha foi estratégica para evitar que a superfície parecesse uniforme ou se assemelhasse a um simples tapete verde. Para os edifícios, o chão é revestido com uma textura alusiva a cimento, seguindo a mesma lógica da textura anterior, com relevo e imperfeições aplicadas para criar uma sensação mais autêntica.

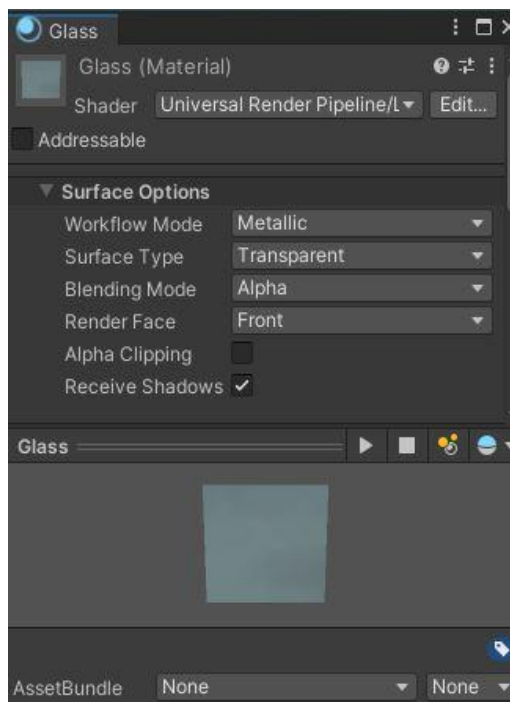
Figura 6: Material de cimento



Fonte: Interface de edição do Material de cimento; Unity

Nas paredes do edifício principal, foi utilizado um material metálico, que recria os materiais predominantes da sede da OTAN. Para as seções de vidro, optou-se por um material translúcido e transparente, novamente refletivo, que reforça a conexão visual entre o interior e o exterior do espaço.

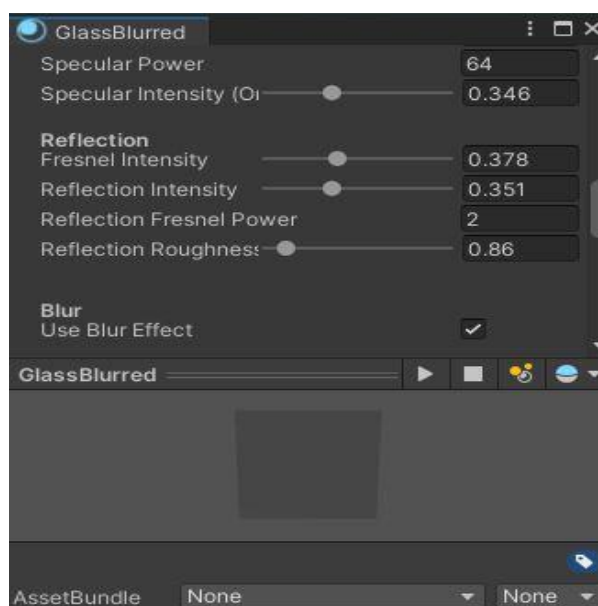
Figura 7: Material de vidro



Fonte: Interface de edição do Material de vidro; Unity

Adicionalmente, todos os portões foram projetados com uma textura semi transparente, não totalmente opaca, que incita interesse e curiosidade nos utilizadores. Esta escolha permite ao utilizador ver as formas e cores do outro lado, sem revelar completamente os conteúdos, aumentando a interatividade e a exploração do ambiente virtual.

Figura 8: Material vidro baço



Fonte: Interface de edição do Material de vidro baço; Unity

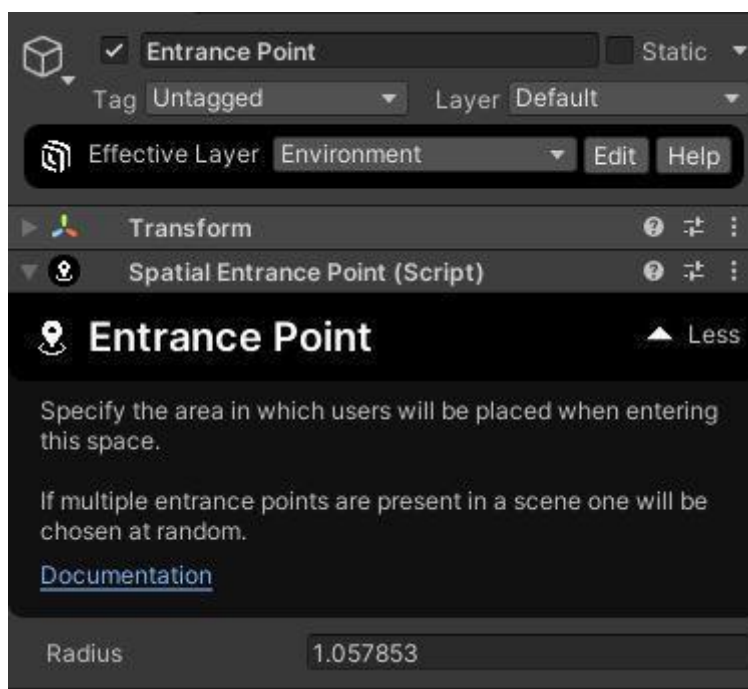
Desta forma, a implementação cuidadosa de detalhes e texturas no espaço virtual não só melhora a estética, mas também enriquece a experiência do utilizador, criando um ambiente mais envolvente e realista.

3.3.3. Exterior

Atendendo às limitações de vértices e texturas dos ambientes que podem ser publicados no Spatial, foi optado por dar importância aos detalhes de todas as áreas interiores do edifício, desta forma a área exterior visa a servir apenas ao ponto de partida da experiência.

O espaço explorável tem como base vários objetos planos que são repetidos e aglomerados como um game object. Isto foi feito com atenção à textura aplicada, a divisão do chão em vários objetivos permite que a textura não seja repetida e esticada para preencher um objeto maior o que faz com que o detalhe e realismo do material seja menor. O objeto foi criado com a ferramenta de modelação do Unity, que inclui já um *preset* para criar planos.

Figura 9: script de ponto de começo



Fonte: Interface do game object Entrance Point; Unity

Foi alocado, no exterior, uma base circular com bandeiras de todos os membros da OTAN em alusão ao edifício real. Este ponto de interesse é utilizado como *entrance point*. Este é um *script* integrado com o Spatial, que torna um ponto específico do jogo o ponto de partida.

Esta zona é também usada para completar a segunda *quest*, para a concluir, os utilizadores terão de interagir com as bandeiras dos membros fundadores da OTAN.

Para criar esta zona, foi feito um objeto circular com o ProBuilder. Objetos curvos e esféricos, acabam por ser mais delicados de construir pela quantidade de vértices necessários para criar a ilusão de algo realmente circular. Deste modo, o objeto que serve como base para as bandeiras tem 16 lados, o que cria uma circunferência suave, mas não demasiadamente detalhada. Foram utilizadas desta forma as arestas, que funcionam como separadores visuais no editor de objetos, para colocar as bandeiras com a mesma distância entre si com o objetivo de criar uma área paralela e uniforme.

Figura 10: Separação das bandeiras pelos vértices



Fonte: Game object inspector em Unity

Os mastros das bandeiras são feitos por objetos aglomerados num único game object. Dos 3 objetos que compõem a bandeira, dois foram feitos com recurso ao ProBuilder, nomeadamente o mastro e a terminação do poste. O primeiro é um cilindro e o segundo uma esfera, ambos *presets* já definidos pela ferramenta.

Figura 11: Cascata de objetos componentes de um Flag Game Object



Fonte: Lista de Game Objects, *Unity*

O terceiro objeto que complementa o *game object*, é a bandeira em si, que inclui uma animação de forma a simular vento. Isto é conseguido ao subdividir a *mesh*, que é o equivalente ao pano da bandeira, em pequenos triângulos independentes que flutuam entre posições, e desta forma criam a ilusão de ondulação causada pelo vento. Esta funcionalidade, é relativamente pesada para o motor de jogo, pois implica criar imensas subdivisões e aumentar o nível de detalhe, contudo, isto foi mantido, dado que é um detalhe importante para a imersão dos utilizadores. Sendo a alternativa um elemento estático com os designs das bandeiras nacionais.

Figura 12: Flag mesh



Fonte: Menu de inspeção do *mesh*, *Unity*

Este *game object*, foi duplicado e aplicado apenas as texturas da bandeira para imagens dos países membros, até todos estarem representados. Numa fase inicial, foi conceituado fazer um cerco para limitar a área alcançável pelo jogador. Estes planos individuais envolviam duas diferentes possibilidades. Foi assim testado fazer um muro alto com um modelo duma face dum penhasco sacaneado em 3D, que seria importado para o ambiente virtual.

Alternativamente, ainda com recurso a modelos 3D importados, foi testado colocar uma linha de árvores a delimitar a área pretendida. As duas possibilidades foram descartadas após testar a sua

implementação, dado que as texturas e vértices presentes nos modelos e na repetição necessária destes para preencher toda a zona excedem em grandes números a limitações das salas do Spatial.

3.3.4. Interior

No interior do edifício, a escolha de áreas mais simples e abertas foi intencional, e visa capturar a atenção dos utilizadores para a informação exposta. As áreas amplas apresentam um chão com textura amadeirada, que não apenas contribui para a estética do ambiente, mas também cria, novamente, uma sensação de acolhimento e familiaridade.

As paredes do espaço foram utilizadas, de forma estratégica, como telas para exibir imagens e vídeos, enriquecendo a experiência informativa. Além disso, foram acrescentados painéis na parte central das salas, semelhantes aos encontrados em museus e exposições, aumentando assim as áreas disponíveis para a apresentação de informações e promovendo uma interação dinâmica.

Figura 13: Expositores de Videos e Imagens



Fonte: Screenshot no ambiente virtual; Spatial

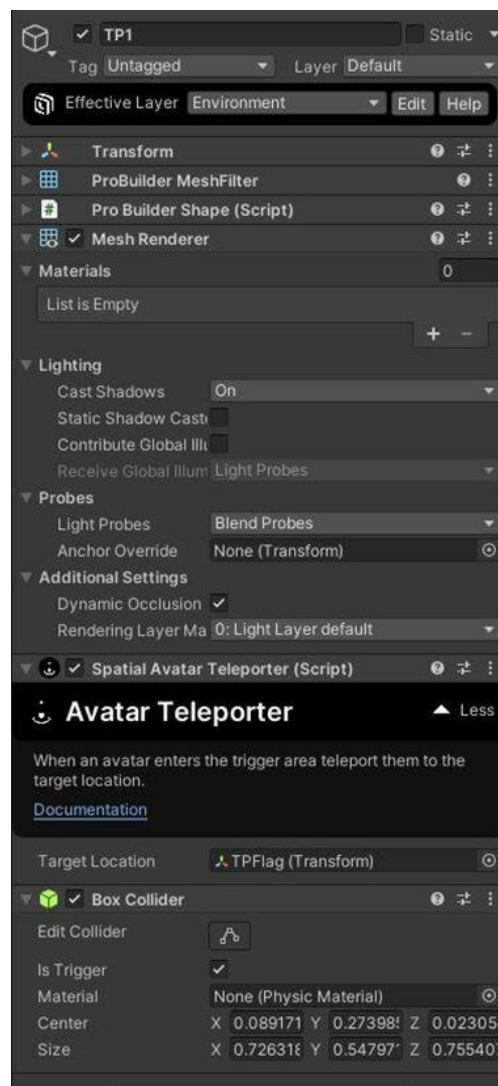
Os portões mencionados anteriormente separam os oito espaços em pares, resultando em quatro separações distintas. Embora os espaços apresentem uma estética idêntica, as diferenças nos temas abordados nos painéis informativos proporcionam diversidade e mantêm o interesse dos utilizadores.

No conector central, que liga as diferentes áreas do edifício, estão alocados os elementos interativos necessários para a conclusão das quests, facilitando a interatividade e a participação imersiva dos utilizadores. Além disso, a inclusão de plataformas de teletransporte permite uma movimentação instantânea entre as diversas zonas do edifício, que melhora a acessibilidade e a fluidez da navegação.

Figura 14: Teletransportador



Figura 15: Game Object, Teletransportador



Fonte: Figura 11, Screenshot do Teletransportador; Spatial / Figura 12, Game Object do Teletransportador; Spatial

Esta abordagem ao design interior otimiza a apresentação da informação e também enriquece a experiência do utilizador, permitindo uma exploração significativa e interativa do espaço virtual.

3.3.5. Disposição da informação

A organização e disposição da informação nas diferentes divisões do espaço virtual foram concebidas para garantir uma apresentação coerente e contínua dos tópicos relacionados à OTAN. O primeiro espaço, intitulado *North Atlantic Treaty* e *NATO's Values*, serve como uma introdução fundamental à OTAN, apresentando as principais noções e princípios que orientam a organização.

O segundo, designado *Enlargements*, fornece um histórico abrangente dos membros que se juntaram à OTAN desde a sua fundação, culminando com a inclusão do mais recente membro em 2024. Esta seção contextualiza a evolução da aliança e os desafios enfrentados ao longo dos anos.

Figura 16: Nomes dados a cada sala nas paredes



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

O terceiro espaço, "*NATO's Missions* e *Core Values*", apresenta os valores e as missões centrais da OTAN, oferecendo uma visão geral das prioridades da organização. Os espaços subsequentes, quarto, quinto e sexto, detalham as três principais missões da OTAN, com cada um dedicado a uma missão específica. Esta abordagem permite uma exploração mais aprofundada de cada missão, destacando a relevância e a complexidade das operações da aliança.

O sétimo espaço centra-se exclusivamente no Artigo 5, sublinhando a sua importância para a OTAN, ao explicar o seu significado e as suas implicações para a segurança coletiva. Por fim, o oitavo espaço aborda os acontecimentos atuais relacionados com a OTAN, bem como os planos e desafios futuros da organização no contexto global.

Adicionalmente, fora da estrutura principal, foi criada uma área especial dedicada à comemoração do 75.º aniversário da OTAN. Esta secção proporciona um espaço para refletir sobre a história da organização e celebrar as suas conquistas e contribuições ao longo das décadas.

Figura 17: Sala Comemorativa do 75º Aniversário da OTAN



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

Desta forma, a disposição da informação nos diferentes quartos foi cuidadosamente planeada para informar, mas também envolver os utilizadores, permitindo uma compreensão mais profunda da OTAN e do seu papel no mundo contemporâneo.

3.4. Quests

As *quests* no espaço virtual foram concebidas com o propósito de facilitar a aquisição de informação e validar os conhecimentos adquiridos pelos utilizadores. Ao introduzir esta mecânica interativa, pretende-se transmitir conteúdos sobre a OTAN e prolongar o envolvimento dos utilizadores, mantendo a sua atenção por mais tempo.

As *quests* conferem um sentido de objetivo e progressão ao ambiente virtual, incentivando a exploração dos espaços e promovendo a curiosidade e a motivação dos participantes. A cada etapa, os utilizadores deparam-se com novos desafios que despertam o interesse intrínseco pela descoberta, apelando tanto ao sentido de aventura como ao desejo de aprofundar os temas abordados. Esta abordagem transforma a aprendizagem teórica numa experiência ativa e recompensadora.

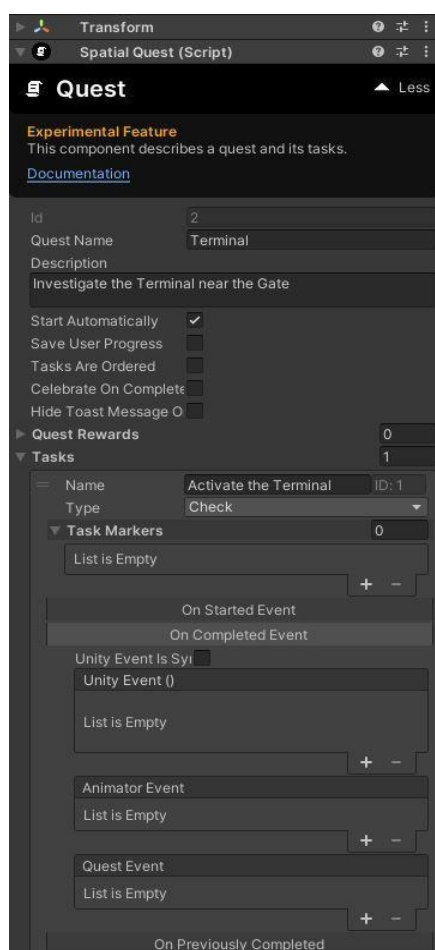
Em termos de estrutura, cada *quest* foi desenhada para guiar os utilizadores no aprofundamento dos conteúdos dos espaços, oferecendo feedback imediato que os ajuda a consolidar a informação adquirida. Esta interatividade não só reforça o entendimento, como também permite que os utilizadores se envolvam de forma dinâmica e imersiva no ambiente, tornando o processo de aprendizagem numa experiência lúdica e significativa.

3.4.1. Desenvolvimento das *Quests*

O desenvolvimento de *quests* no *Unity*, utilizando o *Spatial SDK Toolkit*, envolve uma integração fluida entre o motor de jogo *Unity* e a plataforma *Spatial*, permitindo a criação de uma interação complexa em ambientes virtuais. As *quests* são implementadas através de scripts personalizados no *Unity*, combinados com os scripts fornecidos pelo SDK do *Spatial.io*. Este *Toolkit* facilita a comunicação e a execução de tarefas entre os objetos no *Unity* e o ambiente da plataforma *Spatial*.

Para iniciar o desenvolvimento de uma *quest*, é necessário criar um game object que funcione como base para a *quest*. A este objeto são atribuídos parâmetros essenciais como o nome, uma descrição, um número de identificação (ID) e os objetivos (tasks) que o utilizador deverá completar. Estes objetivos normalmente envolvem interações diretas com elementos do cenário, como botões ou portas.

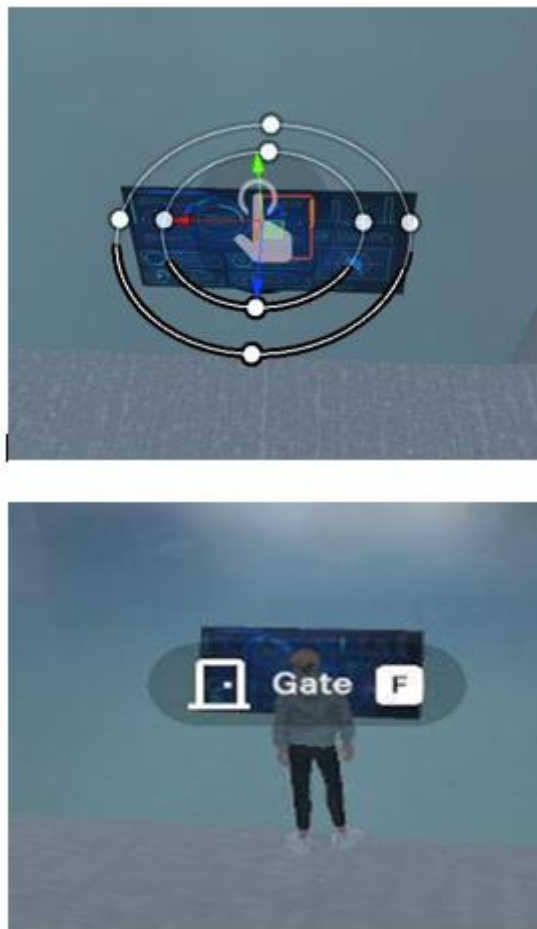
Figura 18: Script de Quests



Fonte: Interface de edição da *Quest*, Unity

A criação de interação nas quests é feita através de um script chamado *interactable*, disponibilizado pelo SDK do Spatial.io. Este script é aplicado aos objetos dentro do Unity, tornando-os capazes de reagir à interação do jogador. Para que a interação ocorra corretamente, os objetos interativos devem possuir um *box collider*, um componente que delimita a área de interação. Este *collider* define o espaço em que o jogador pode interagir com o objeto, seja através de um clique ou de outro tipo de ação no ambiente virtual.

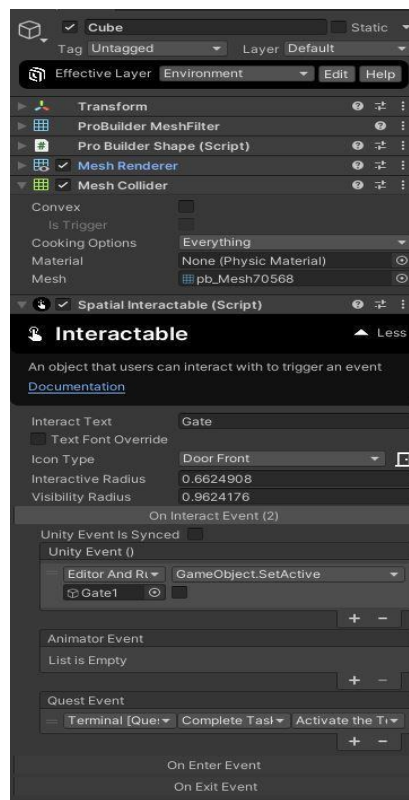
Figura 19: Objeto interágivel



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

Após a configuração do objeto como interactable, é possível associá-lo à lógica da *quest* utilizando o script próprio da quest. Isto permite que o objeto interativo se torne parte de um processo maior, em que a interação bem-sucedida com o objeto desencadeia uma resposta, como a abertura de uma porta ou ativar uma nova quest. Assim, a estrutura de quests no Unity com o SDK do Spatial.io é criada de forma modular, permitindo adicionar facilmente objetivos e interações personalizadas ao longo do desenvolvimento do ambiente virtual.

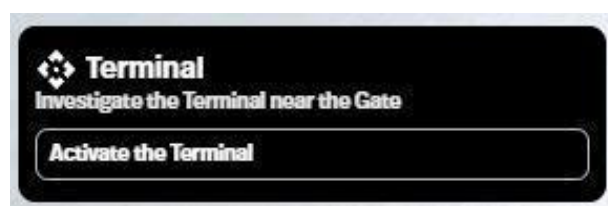
Figura 20: Script do Game Object Interactable



Fonte: Interface de edição do *game object*; Unity

A primeira *quest* no ambiente virtual atua como uma introdução às mecânicas de interação que os utilizadores irão encontrar ao longo da experiência. Esta quest inicial consiste na tarefa de interagir com um painel de controlo, cuja ação resulta na abertura do primeiro portão, permitindo assim a entrada no edifício principal e dar início à segunda quest.

Figura 21: Exibidor do Objetivo da Quest

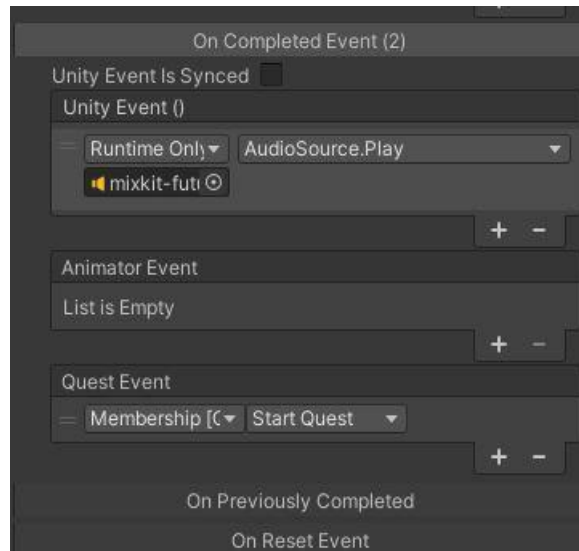


Fonte: Screenshot da interface na plataforma Spatial

Uma característica comum a todas as *quests* é que, ao serem completadas, acionam a abertura do portão seguinte. Esta dinâmica é gerida através de um script que estabelece a ligação entre o *game object* da *quest* e o *game object* correspondente ao portão. Quando uma *quest* é concluída, o objeto do portão torna-se inativo, desaparecendo do cenário de forma a permitir que o jogador possa prosseguir com a exploração do espaço.

Adicionalmente, para sinalizar o final de uma quest completada, um áudio é emitido, informando que o portão foi aberto. Esta experiência auditiva é central na mecânica do jogo, pois o utilizador ouve o som e observa a porta a desaparecer, um padrão que se repete ao longo da experiência.

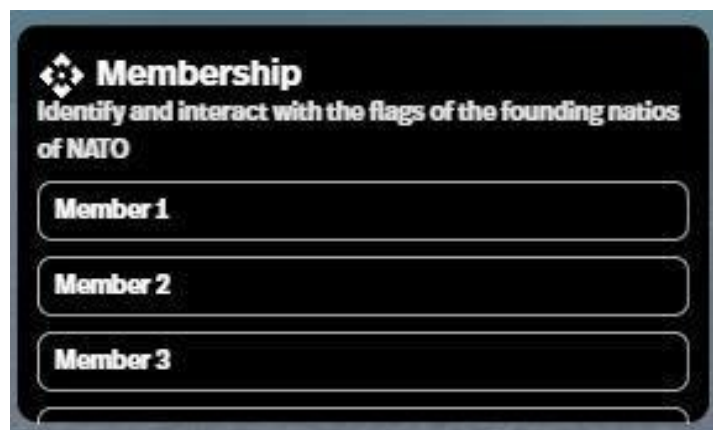
Figura 22: Audios



Fonte: Interface de associação de ações a pontos da *Quest*, Unity

Na segunda quest, os jogadores são desafiados a identificar os países fundadores da OTAN. Para completar esta tarefa com êxito, o jogador deve deslocar-se para o exterior e interagir com as bandeiras dos países fundadores.

Figura 23: Exibidor de objetivos de Quest

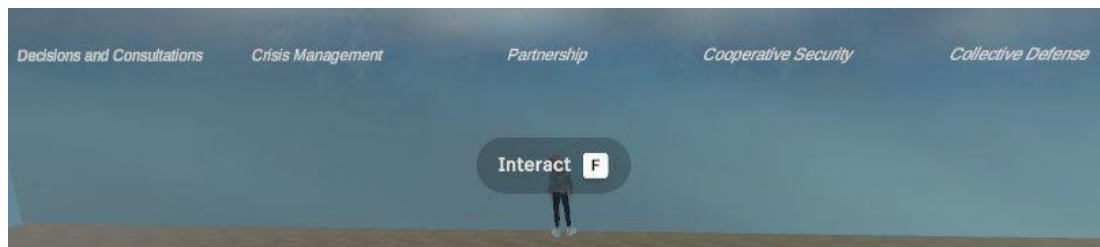


Fonte: Interface da plataforma Spatial

A restantes *quests* seguem uma metodologia consistente. Uma das paredes dos quartos apresenta uma interface interativa, onde são oferecidas três opções, das quais apenas uma é correta. Estas

opções são sempre relevantes em relação à informação exibida nos espaços. Quando o utilizador interage com o texto correto, a porta correspondente abre, permitindo-lhe avançar para a próxima sala.

Figura 24: Texto interativo



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

3.4.2. Objetivos das *Quests*

Cada *quest* foi desenvolvida para cumprir um objetivo duplo: guiar o utilizador através das várias zonas e conteúdos informativos e incentivar a aprendizagem ativa e o reforço dos conhecimentos adquiridos.

O principal objetivo pedagógico das *quests* é garantir que os utilizadores compreendam os conteúdos essenciais sobre a OTAN. Ao estruturar cada tarefa com base em conteúdos exibidos nas salas temáticas, as *quests* reforçam a aprendizagem incremental, o que permite que os utilizadores construam conhecimento à medida que avançam de uma sala para outra.

Além disso, as *quests* criam uma sensação de progressão clara, de forma a proporcionar aos utilizadores metas concretas que precisam ser atingidos para avançar no tour. Esta estrutura promove a exploração do ambiente, motivando os utilizadores a investigar diferentes áreas e a interagir com elementos-chave para desbloquear novas zonas. Ao associar recompensas diretas (como a abertura de portões e o acesso a novas informações) à conclusão das tarefas, o sistema de *quests* contribui para um envolvimento contínuo, mantendo o interesse dos utilizadores ao longo da experiência.

3.5. Integração com o *Spatial*

A integração do projeto *NATO Edu-Metaverse* com a plataforma *Spatial.io* foi um dos aspetos fundamentais para a criação de um ambiente virtual interativo e acessível. A escolha desta plataforma baseou-se na sua capacidade de suportar experiências imersivas em diferentes dispositivos, incluindo navegadores web, dispositivos móveis e RV.

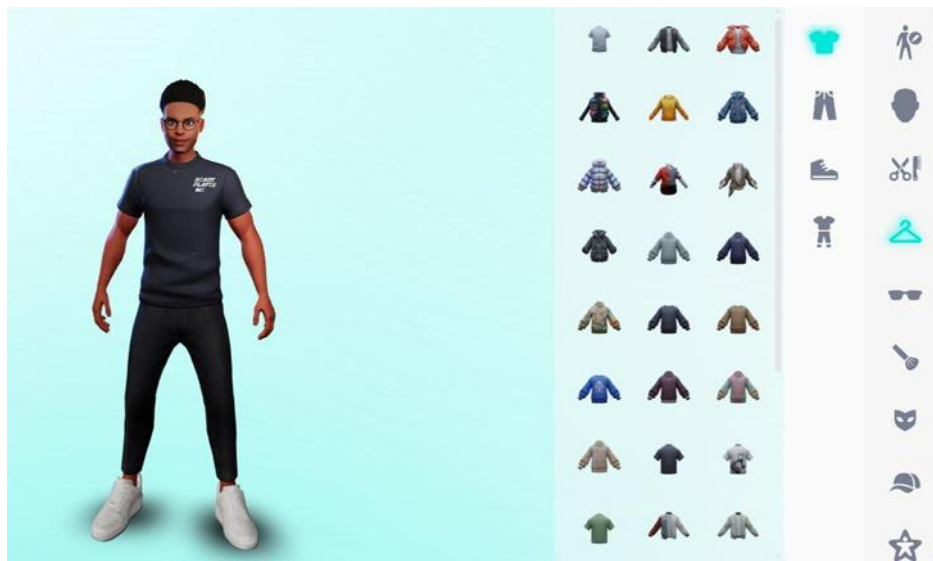
Esta secção apresenta os principais elementos envolvidos na implementação do projeto dentro do *Spatial.io*, incluindo a personalização dos avatares, os controlos de navegação, a acessibilidade da plataforma e a utilização de portais e conteúdos multimédia.

3.5.1. Personagens

No ambiente virtual desenvolvido no *Spatial.io*, os utilizadores controlam uma personagem personalizável, cuja customização abrange desde a aparência física até aos detalhes das roupas e acessórios. Esta personalização vai além da mera estética, desempenha um papel fundamental na criação de uma experiência envolvente, permite assim que os utilizadores se identifiquem com a sua personagem e se sintam motivados para participar nas atividades interativas. A capacidade de personalizar a personagem contribui para um maior sentido de identidade.

A vasta gama de opções de personalização oferecida pelo *Spatial.io* possibilita que os utilizadores ajustem a sua personagem de acordo com as suas preferências, com visão a promover representatividade e inclusão. A criação de avatares que refletem diferentes identidades, como género, etnia ou outras características, assegura que todos os participantes se sintam respeitados e incluídos. Esta diversidade de opções visa a ter um impacto positivo na motivação individual e na criação de um ambiente de aprendizagem acessível e inclusivo.

Figura 25: Customização de Avatar



Fonte: Menu de customização de avatar da plataforma Spatial

Para além da personalização visual, a interação do avatar com o ambiente e com outros utilizadores é facilitada por animações fluidas e scripts específicos, que tornam a navegação e a exploração mais intuitivas. Estas interações também permitem que o avatar execute ações específicas nas *quests*, como ativar mecanismos, abrir portas ou completar tarefas, para que seja criado um sentido de progressão e continuidade na exploração do espaço virtual.

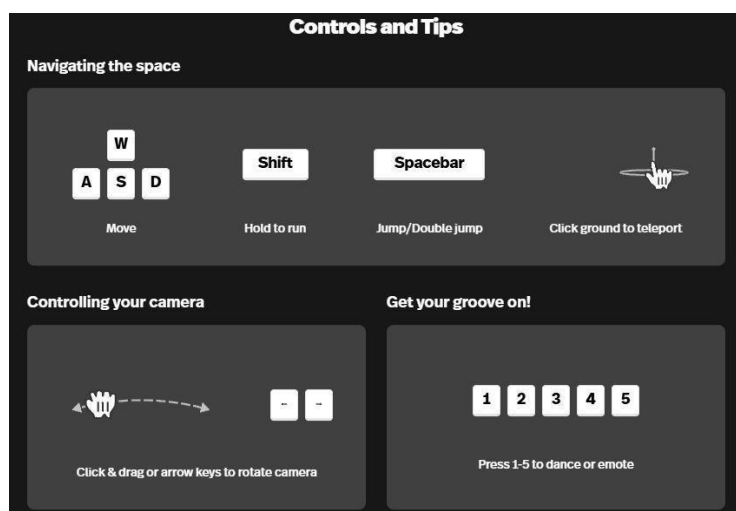
3.5.2. Controlos

Durante o desenvolvimento de jogos e tours virtuais na plataforma *Spatial.io*, a adaptação dos controlos é crucial para garantir uma experiência acessível e intuitiva para todos os utilizadores, independentemente do dispositivo utilizado. O esquema de controlos na plataforma segue padrões familiares a outros conteúdos do mesmo média, permitindo uma aprendizagem rápida para novos utilizadores. No entanto, o sistema não se limita a um único método de interação, adaptando-se a diferentes formas de participação, como o acesso via web, dispositivos móveis ou RV, proporcionando flexibilidade a cada utilizador.

Na versão web, o esquema de controlos inclui o layout clássico WASD, amplamente utilizado em jogos de computador, permitindo que o utilizador mova a sua personagem de forma fluida. Alternativamente, é possível usar as setas do teclado para controlar os movimentos. Em ambos os casos, a rotação da personagem é controlada pelo movimento do rato, ajustando a orientação da câmara para explorar o espaço em todas as direções. Para utilizadores que preferem um estilo de controlo mais visual e

menos dependente do teclado, existe a opção de drag and point, onde se pode arrastar a câmara na direção desejada usando o rato. Esta alternativa é mais amigável para utilizadores casuais que não estão habituados a sistemas de controlo tradicionais em jogos.

Figura 26: Controlos



Fonte: Infográfico de controlos da plataforma Spatial

Nos dispositivos móveis, o esquema de controlo foi adaptado para o toque. O movimento da personagem é feito através de um analógico digital no ecrã, permite assim que o utilizador controle o avatar de forma semelhante a um joystick virtual. Este método é particularmente eficaz em ecrãs táteis.

Na RV, os controlos tornam-se ainda mais imersivos, recorrendo a comandos específicos para RV. Estes controladores permitem que os utilizadores movimentem a sua personagem de forma natural no espaço virtual, utilizando movimentos físicos reais para caminhar, olhar em volta e interagir com objetos no ambiente.

Para garantir que todos os utilizadores compreendem o esquema de controlos, o Spatial.io oferece uma demonstração introdutória no primeiro acesso à plataforma, independentemente do dispositivo utilizado. Esta introdução é essencial para que os utilizadores se possam familiarizar rapidamente com os comandos e começar a navegar no ambiente de forma eficaz. No projeto desenvolvido, foi incluída uma demonstração gráfica adicional, na forma de uma imagem, com os controlos explicados de forma clara e acessível. Esta opção tem como objetivo auxiliar especialmente os utilizadores menos experientes ou aqueles que possam não ter prestado atenção às instruções iniciais da plataforma.

Figura 27: Demonstração de Controlos



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

Esta abordagem de controlos garante que os utilizadores possam participar de forma fluida na experiência, quer através de um computador, de um dispositivo móvel ou de um *headset* de *RV*. A flexibilidade dos controlos e a introdução visual permitem uma interação eficiente e satisfatória com o ambiente virtual. Além disto, a inclusão de recursos auxiliares, como as demonstrações gráficas, reforça a ideia de que a experiência aponta a ser inclusiva, sem entraves tecnológicos ou de interface.

3.5.3. Acessibilidade

A acessibilidade no contexto da plataforma *Spatial* está diretamente ligada à capacidade dos utilizadores de acederem e participarem em experiências imersivas à distância, independentemente das limitações de hardware. Uma das principais vantagens do *Spatial* é a sua compatibilidade com uma ampla gama de dispositivos, desde computadores a telemóveis, o que agiliza o envolvimento de utilizadores com diferentes perfis tecnológicos. Embora o ambiente virtual seja totalmente renderizado em 3D e apresenta semelhanças com jogos de alta-fidelidade gráfica, a carga de renderização e processamento é predominantemente suportada pelo *Spatial*, reduzindo significativamente os requisitos de desempenho nos dispositivos dos utilizadores finais.

Esta abordagem otimiza a experiência, com o propósito de que mesmo dispositivos com capacidades gráficas limitadas possam proporcionar uma navegação fluida e sem interrupções. Além disto, a utilização de uma arquitetura baseada na web, em vez de uma aplicação nativa, expande ainda mais o seu alcance, facilitando o acesso imediato e simplificado, não sendo necessário, desta forma, instalações adicionais.

3.5.4. Portais

Os portais no ambiente do Spatial funcionam como hiperligações dinâmicas, com o objetivo de estabelecer uma conexão entre o espaço virtual e conteúdos externos. Implementados no formato de esferas interativas, os portais permitem que o utilizador, ao atravessá-los, aceda automaticamente a um link externo pré-configurado, o que possibilita a exploração de recursos fora do ambiente de simulação.

Figura 28: Portais



Fonte: Screenshot do ambiente virtual; Spatial

Esta funcionalidade expande as capacidades da experiência imersiva ao permitir uma transição fluida para conteúdos complementares, como websites informativos, repositórios de dados ou vídeos educativos. Assim, os portais são fundamentais para promover uma experiência interativa e multidimensional, facilitando o acesso a informações externas que enriquecem o entendimento dos temas abordados dentro do espaço virtual.

3.5.5. Vídeos

De forma a aumentar a diversificação dos conteúdos apresentados durante a tour virtual foi implementado a possibilidade da visualização de vídeos. Os vídeos em questão são hospedados pelo *Spatial*, não sendo assim parte da integração do *Unity*. Os vídeos são complementares e nenhuma informação crucial para completar as *quests* está apenas no vídeo, esta escolha deu-se pela necessidade de não prender o utilizador por um período de tempo não controlável.

4. Primeiros testes

Com a colaboração de membros da OTAN, foram realizados testes da plataforma com alunos da Macedónia do Norte, um país recentemente integrado na organização. O objetivo do questionário foi analisar e compreender se existem diferenças na retenção e aquisição de informação entre duas plataformas distintas. Para tal, foram comparados os sites oficiais da OTAN, que, embora representem um modelo sólido, podem ocasionalmente ocultar informações devido à organização em cascatas de menus e submenus, e a tour virtual desenvolvida neste projeto, apontada por dispor a informação de forma ágil e interativa.

Os alunos foram divididos em dois grupos, com 54 participantes. O grupo A navegou no *NATO Edu Metaverse*, enquanto o grupo B utilizou os sites oficiais da OTAN. Ambos os grupos tiveram vinte minutos para explorar as respectivas plataformas e testar as suas funcionalidades. Após este período, foi apresentado um questionário, NATO4Schools (anexo 1), elaborado e conduzido pelo professor Doutor Bruno Reynaud de Sousa, com um total de 29 distribuídas em sete secções, cada uma focada em diferentes temáticas sobre a organização.

Para obter resultados mais concretos, as questões foram organizadas em dois blocos na fase de análise das respostas. O primeiro bloco, composto pelas 10 primeiras questões, exigia respostas objetivas, com menor variabilidade e ambiguidade, enquanto o segundo bloco incluía as restantes questões, que permitiam respostas mais abertas e interpretativas.

4.1. Resultados e comparação entre grupos

Abaixo, é apresentada uma síntese de respostas coletas dos grupos A e B, enfatizando as taxas de acerto em diversos temas pertinentes à OTAN. Esta análise comparativa possibilita a identificação de padrões no desempenho de cada grupo, com destaque a áreas de maior domínio e tópicos que ainda apresentam lacunas.

Os dados apresentados abaixo referem-se especificamente às 6 questões da primeira secção, que tem como foco a história da OTAN. As questões desta secção incluem:

- Q1: When was the North Atlantic Treaty Organization (NATO) established?
- Q2: Name the original 12 founding members of NATO.
- Q3: What event prompted the formation of NATO?

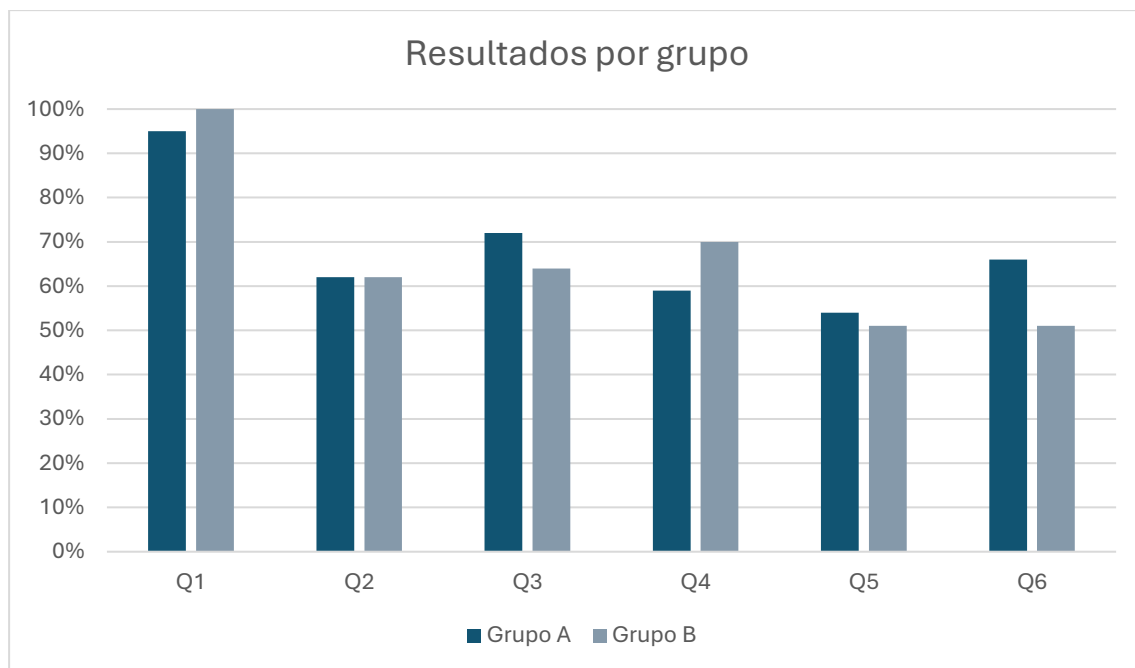
- Q4: What is the most important Article of the Washington Treaty?
- Q5 What are NATO's core values?
- Q6: What are NATO's core tasks?

Os grupos apresentaram desempenhos geralmente comparáveis nas seis questões, com diferenças notáveis nas Questões 4 e 6:

- Na Questão 1, o Grupo B obteve pontuação perfeita (100%), enquanto o Grupo A também teve um desempenho muito bom, com 95% de respostas corretas.
- Na Questão 2, ambos os grupos alcançaram resultados idênticos, com 62% de respostas corretas
- Na Questão 3, o Grupo A teve um desempenho ligeiramente superior ao do Grupo B, obtendo 72% contra 64%.
- A diferença mais significativa foi observada na Questão 4, onde o Grupo B superou o Grupo A, alcançando 70% de respostas corretas em comparação com 51%.
- Na Questão 6, o Grupo A teve um desempenho melhor, com 66% de respostas corretas, em comparação aos 51% do Grupo B.

Estes resultados sugerem que o *NATO Edu-Metaverse* apresenta um desempenho semelhante ao site oficial da OTAN na transmissão de informações, com algumas diferenças em questões específicas.

Gráfico 1: Resultados por grupo



A análise comparativa entre os grupos A e B revelou variações pontuais no desempenho, especialmente em temas factuais e históricos relacionados à OTAN. O Grupo A apresentou maior familiaridade com conteúdos fundamentais, como a data de fundação da OTAN, os membros fundadores e o contexto histórico de sua criação, destacando-se em questões básicas. Em contrapartida, o Grupo B demonstrou um desempenho consistente, mas ligeiramente inferior em alguns tópicos, com destaque para os valores centrais da OTAN e o processo de adesão.

Estes resultados sugerem que ambos os grupos possuem níveis de compreensão similares, mas com pontos fortes em áreas distintas. Enquanto o Grupo A demonstra um bom domínio de temas factuais e históricos, o Grupo B pode se beneficiar de maior atenção a conteúdos fundamentais e processos internos. Estes resultados oferecem uma base importante para melhorar estratégias de ensino no *NATO Edu-Metaverse* e no site oficial da OTAN, contribuindo para reduzir lacunas e fortalecer o conhecimento sobre a organização.

5. Conclusão

Inicialmente, o desenvolvimento do projeto revelou-se desafiante, dado que era o meu primeiro contacto com o Unity e o Spatial. Cada nova funcionalidade que pretendia implementar exigia um constante processo de estudo e pesquisa, de modo que as ideias pudessem ser traduzidas eficazmente para o ambiente virtual. A plataforma Spatial, em particular, impôs algumas restrições técnicas, como limites na capacidade de vértices e nas texturas aplicáveis. Além disto, foi necessário compreender a lógica de implementação das *quests* e a integração de elementos sonoros.

Outro desafio significativo foi a modelagem dos elementos exteriores e interiores do edifício virtual. Inspirado na estrutura da OTAN, a criação do telhado curvo foi especialmente exigente, pois a complexidade da curvatura e dos ângulos exigia um nível elevado de detalhe. Para a animação das bandeiras, uma tarefa qual não tinha familiaridade e mais complexa do que os modelos estáticos, utilizei um modelo de demonstração disponibilizado pelo Spatial, que serviu como base inicial, mas que foi ajustado para alcançar o efeito de realismo desejado.

A definição do conteúdo informativo sobre a OTAN representou também um desafio importante. Houve uma fase de seleção para distinguir a informação essencial, adaptando-a para uma apresentação clara e eficaz no ambiente virtual. Este processo foi alvo de acertos com a adesão recente de novos membros à OTAN, obrigando a atualizações e revisões constantes da estrutura informativa. No que diz respeito ao design do espaço, a escala inicial do edifício era uma réplica da escala real, mas, após testes, percebi que este tamanho tornava a navegação cansativa e pouco prática. O redimensionamento do edifício trouxe novas perspetivas para preencher os espaços internos, que continuavam a parecer vazios, mesmo com a adição de mobília.

Para resolver esta questão, introduzi painéis centrais nas salas interiores, que desempenham uma dupla função: expandir a área de exposição de conteúdos e criar divisões visuais, tornando o ambiente mais dinâmico e visualmente preenchido.

Em suma, o projeto *NATO Edu-Metaverse* representa uma abordagem inovadora ao ensino e à divulgação da OTAN, demonstrando o potencial da gamificação e da RV na aprendizagem interativa. A criação de um tour virtual educativo e imersivo permitiu proporcionar aos utilizadores uma experiência dinâmica e envolvente.

Os testes realizados evidenciam que a plataforma desenvolvida pode ser tão eficaz quanto os sites oficiais da OTAN na transmissão de informação. A inclusão de *quests* e elementos interativos contribuiu

de forma positiva para o envolvimento dos utilizadores. Apesar dos desafios enfrentados durante o desenvolvimento, como as limitações técnicas e a necessidade de adaptação dos conteúdos informativos, o projeto conseguiu superar estes obstáculos, o que resultou num ambiente virtual funcional e acessível.

O *NATO Edu-Metaverse* não só exemplifica como a tecnologia pode modernizar a educação, mas também destaca o potencial da RV como ferramenta para aproximar os jovens de temas geopolíticos e históricos de forma inovadora. Assim, este projeto abre caminho para futuras iniciativas no campo da educação digital, demonstrando a viabilidade de abordagens gamificadas e interativas na transmissão de conhecimento.

Bibliografia

- Antonopoulos, P., Fokides, E. & Koutromanos, G. (2024). Understanding Learning and Experience in Immersive Virtual Reality. *Tech Know Learn*.
DOI:[10.1007/s10758-024-09764-z](https://doi.org/10.1007/s10758-024-09764-z)
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual Reality: Concepts and Technologies*. John Wiley & Sons.
DOI:[10.1145/2181037.2181040](https://doi.org/10.1145/2181037.2181040)
- Change, CY., Kuo, HC. & Du, Z (2023). *The role of digital literacy in augmented reality, virtual and mixed reality in popular science education: a review study and an educational framework development*. *Virtual Reality* 27, 2461-2479.
DOI:[10.1007/s10055-023-00817-9](https://doi.org/10.1007/s10055-023-00817-9)
- Dede, C. (2009). *Immersive interfaces for engagement and learning / science*. Science.
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1167311>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: defining gamification*. Paper presented at the Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments.
- Di Mitri, D, Limbu, B., Schneider, J., Iren, D., Giannakos, M., & Klemke, R (2024). *Multimodal and immersive systems for skills development and education*. *British Journal of Educational Technology*, 55(4), 1445-1464.
DOI:[10.1111/bjet.13483](https://doi.org/10.1111/bjet.13483)
- Heim, M. R. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality*. Oxford University Press.
- Ke, F. (2015, December 29). *Designing and integrating purposeful learning in Game Play: A Systematic Review - educational technology research and development*. SpringerLink.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11423-015-9418-1>
- Lin, W., Chen, L., Xiong Ran, K., & Fan, A. (2023). *Measuring the Sense of Presence and Learning Efficacy in Immersive Virtual Assembly Training*.
[ArXiv, abs/1212.10387](https://arxiv.org/abs/1212.10387)
- Loureiro, S. M. C., Bilro, R. G., & Angelino, F. J. de A. (2021). *Spanish Journal of Marketing - ESIC , open access*. Spanish Journal of Marketing - ESIC | Emerald Insight.
<https://www.emerald.com/insight/publication/issn/2444-9695>
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). *A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training*. *Education and Information Technologies*.
<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). *A systematic review of Virtual Reality in education*. *Education Sciences*.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1165633.pdf>

- Pantelidis, V. S. (2010). *Reasons to use virtual reality in education and training courses and a model to determine when to use virtual reality. Themes in Science and Technology Education.*
https://www.researchgate.net/publication/268002587_Reasons_to_Use_Virtual_Reality_in_Education_and_Training_Courses_and_a_Model_to_Determine_When_to_Use_Virtual_Reality
- Paulsen, L., Dau, S. & Davidsen, J.(2023) *Designing for collaborative learning in immersive virtual reality: a systematic literature review. Virtual Reality.*
 DOI:[10.1007/s10055-024-00975-4](https://doi.org/10.1007/s10055-024-00975-4)
- Sylaiou, S., et al. (2017). *Virtual reality, museums, and cultural heritage. Digital Heritage,*
<https://doi.org/10.3390/app12199913>
- Steinkuehler, C., & Duncan, S. (2008). *Scientific habits of mind in virtual worlds.* Journal of Science Education and Technology, 17(6), 530-543.
 DOI:[10.1002/9780471723752](https://doi.org/10.1002/9780471723752)
- Wirth, J., & Racine, N. (2023). *The real effectiveness of VR: The Tourism and Cultural Organization Managers' point of View.* International Conference on Tourism Research.
<https://doi.org/10.34190/ictr.6.1.1195>
- Spatial.io. (2025). *Spatial Creator Toolkit: Official Documentation.* Spatial.
<https://toolkit.spatial.io/docs>.
- Unity Technologies. (2025). *Unity User Manual.* Unity. <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>.

Anexos

Anexo 1, Questionário NATO4Schools

NATO4Schools

NEXUS Civil Concept | JusGov Research Centre

INSTRUCTIONS:

- Please try to answer the questions using only the resource/platform of your respective group.
- The objective is to provide short answers to each question.
- If you find the answer to a question, while looking for the answer to another question, you may answer it immediately on the answer sheet.
- Important: Please remember to indicate clearly in the answer paper which group you are in (A, B, or C)

filipe.macedo.fm98@gmail.com [Mudar de conta](#)



Não partilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

What is your group? *

- ☐ Group A
- ☐ Group B
- ☐ Group C

Section 1: History of NATO

When was the North Atlantic Treaty Organization (NATO) established?

A sua resposta



Name the original 12 founding members of NATO.

A sua resposta

What event prompted the formation of NATO?

A sua resposta

What is the most important Article of the Washington Treaty?

A sua resposta

What are NATO's core values?

A sua resposta

What are NATO'S core tasks?

A sua resposta

Section 2: NATO Membership

How many member countries does NATO currently have?

A sua resposta



Name at least three countries that joined NATO after the end of the Cold War.

A sua resposta

What is the process for a country to join NATO as a member?

A sua resposta

What is the Transatlantic Link and why is it important?

A sua resposta

Section 3: NATO Values and Mission

What are NATO's core values, as outlined in the North Atlantic Treaty?

A sua resposta

In simple terms, what is "collective defence"?

A sua resposta

Name at least two "critical enabling capabilities".

A sua resposta



How does NATO contribute to crisis management and conflict resolution?

A sua resposta

Section 4: NATO Activities

How does NATO make decisions?

A sua resposta

How does NATO engage with Partner Countries?

A sua resposta

What is the significance of the Lisbon Summit in NATO's recent history?

A sua resposta

What is the significance of the Madrid Summit in NATO's recent history?

A sua resposta

Section 5: Key Milestones Since 1949

What is the Partnership for Peace program?

A sua resposta



What was the purpose of the NATO-led operation in Afghanistan?

A sua resposta

Section 6: Current Challenges

What are some of the main contemporary challenges facing NATO?

A sua resposta

How has NATO adapted to address emerging security threats in recent years?

A sua resposta

What is NATO's Open Door Policy?

A sua resposta

Section 7: Miscellaneous

What is the official language of NATO?

A sua resposta

Who was the first Secretary General of NATO?

A sua resposta



Who is the current Secretary General of NATO?

A sua resposta

Who is the current Secretary General of NATO?

A sua resposta

What is the significance of the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT) to NATO?

A sua resposta

35. How does NATO promote interoperability among its member states' armed forces?

A sua resposta

Enviar

[Limpar formulário](#)

Nunca envie palavras-passe através dos Google Forms.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google. - [Termos de Utilização](#) - [Política de privacidade](#)

Este formulário parece suspeito? [Relatório](#)

Google Formulários



