

O impacto da IA nos diálogos de NPCs: Um estudo sobre Tristão Vaz Teixeira

Vanessa Canada Rodrigues

Relatório de projeto para obtenção do Grau de Mestre em
Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais
(2^o ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Frutuoso Gomes Mendes da Silva

Setembro de 2024

Declaração de Integridade

Eu, Vanessa Canada Rodrigues, que abaixo assino, estudante com o número de inscrição M12847 de Design e Desenvolvimento de Jogos Digitais da Faculdade de Artes e Letras, declaro ter desenvolvido o presente trabalho e elaborado o presente texto em total consonância com o **Código de Integridades da Universidade da Beira Interior**.

Mais concretamente afirmo não ter incorrido em qualquer das variedades de Fraude Académica, e que aqui declaro conhecer, que em particular atendi à exigida referenciação de frases, extratos, imagens e outras formas de trabalho intelectual, e assumindo assim na íntegra as responsabilidades da autoria.

Universidade da Beira Interior, Covilhã 25 /09 /2024

Vanessa Canada Rodrigues

Agradecimentos

Gostaria de agradecer o Doutor Frutuoso Silva pela sua orientação, disponibilidade, paciência, e por responder minhas dúvidas.

À Escola Básica e Secundária de Machico por ter me ajudado a encontrar uma turma para realizar testes, e também agradeço à professora de história e aos alunos da turma 3 do 10 ano por terem aceite e participado nos testes ao meu protótipo.

Aos meus pais, especialmente ao meu irmão pela ajuda. E por último quero agradecer a minha melhor amiga pelo apoio.

Projeto desenvolvido no "Instituto de Telecomunicações" sob orientação do Prof. Frutuoso Silva.

Resumo

A inteligência artificial (IA) tem desempenhado um papel importante nos videojogos, especialmente na criação de experiências interativas mais imersivas e dinâmicas. Nestes últimos anos, a combinação de videojogos com a IA generativa especializada em diálogos permitiu que os desenvolvedores implementassem esta em personagens não jogáveis, dando-lhes inteligência e personalidade para simular comportamentos e ações mais humanas e realistas, e serem capazes de se adaptarem consoante as conversas com o jogador.

Desta forma, este projeto propõe-se focar na investigação e análise do impacto da implementação de inteligência artificial capaz de gerar diálogos dinâmicos nos videojogos. O estudo concentra-se na personalização e no contexto de personagens não jogáveis (NPC), em avaliar as interações com os jogadores e como é que a IA generativa afeta a experiência.

É pretendido testar diferentes ferramentas, com modelos de linguagem, no personagem não jogável e compará-las de forma a obter a mais adequada, dinâmica e natural, com base nos testes realizados.

Este projeto irá para isso abordar o processo de representação de uma das figuras históricas importantes na história da Ilha da Madeira, o navegador Tristão Vaz de Teixeira, a qual lhe foi dada a capitania de Machico, numa personagem NPC utilizando a ferramenta de IA generativa com o melhor resultado de acordo com os testes realizados. Neste âmbito foi desenvolvido um demo com um NPC representando Tristão Vaz de Teixeira com o qual é possível conversar e saber um pouco da sua história. Este demo, que inclui o plugin com o melhor resultado, foi depois testado e avaliado por um conjunto de utilizadores na Escola Secundária de Machico, na ilha da Madeira, ou seja, por alunos do 10^o ano, na disciplina de História.

Palavras-chave

Videojogos; IA generativa; interação; modelos de linguagem; plugin; unity; figura histórica; educativo

Abstract

Artificial intelligence (AI) has played an important role in video games, especially in creating more immersive and dynamic interactive experiences. In recent years, the combination of video games with generative AI specialized in dialogue has allowed developers to implement it in non-playable characters, giving them intelligence and personality to simulate more human and realistic behaviors and actions, and being able to adapt depending on the conversations with the player.

This report therefore aims to investigate and analyze the impact of implementing artificial intelligence capable of generating dynamic dialogues in video games. The study focuses on the personalization and context of non-playable characters (NPCs), evaluating interactions with players and how AI affects the experience.

It is intended to implement different tools, with language models, on the non-playable character and compare them in order to obtain the most appropriate, dynamic and natural, based on the tests carried out.

This project will therefore address the process of representing one of the important historical figures in the history of Madeira Island, the navigator Tristão Vaz de Teixeira, who was given the captaincy of Machico, in an NPC character using the generative IA tool with the best results according to the tests carried out. In this context, a demo was developed with an NPC representing Tristão Vaz de Teixeira, allowing us to talk and learn about their history. This demo, which includes the plugin with the best result, was then tested and evaluated by a group of users, that is, 10th year History students, at a school in Machico, on the island of Madeira.

Keywords

Video games; generative AI; interaction; language models; plugin; unity; historical figure; educational

Índice

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Lista de Figuras.....	xiv
Lista de Tabelas.....	xvii
Lista de Acrónimos.....	xviii
1 Introdução	1
1.1 Foco do projeto	1
1.2 Motivação.....	1
1.3 Objetivos e Metodologia	2
1.4 Organização do documento	2
2 Estado da Arte	4
2.1 Inteligência Artificial	4
2.1.1 Teste Turing.....	4
2.1.2 NPC.....	5
2.2 IA Generativa de Diálogos	6
2.2.1 NVIDIA Kairos Demo.....	8
2.2.2 Origins	9
2.2.3 Covert Protocol Demo	10
2.2.4 Replica Smart NPC.....	11
2.3 Conversacional IA.....	12
3 Tecnologias e ferramentas usadas	14
3.1 Blender.....	14
3.1.1 MB-Lab.....	14
3.1.2 Rigity.....	15
3.1.3 SKkeeper.....	15
3.1.4 Hair Tool.....	16
3.2 Unity	16
3.2.1 Convai.....	17
3.2.2 Inword	18
3.2.3 Open AI.....	19
4 Desenvolvimento de Tristão Vaz Teixeira	20
4.1 Personagem 3D	22
4.2 Integração do plugin	27
4.3 Demo.....	33
Testes das ferramentas IA	39
4.4 Testes de comparação	39

4.5	Questionário	39
4.5.1	Resultado final	43
5	Conclusão	49
5.1	Trabalho futuro.....	50
	Bibliografia	51

Lista de Figuras

Figura 1 – Teste Turing. Imagem retirada de https://pt.linkedin.com/pulse/teste-de-turing-sala-chinesa-e-eliza-lucas-ximenes	5
Figura 2 – Nvidia ACE com implementação do Convai. Imagem retirada de https://www.pcgamer.com/i-spoke-to-an-nvidia-ai-powered-npc-about-his-ramen-and-his-responses-were-frighteningly-good/	9
Figura 3 – Interação com NPC. Imagem retirada de https://www.aiandgames.com/p/analysing-the-ai-of-inworlds-origins	10
Figura 4 – Os diálogos mudam dinamicamente dependendo das conversas com jogador. Imagem retirada de https://blog.son-video.com/en/2024/04/nvidia-ace-more-realism-in-video-games-thanks-to-ai/	11
Figura 5 – Conversa entre jogador e o personagem não jogável	12
Figura 6 – Configuração do personagem com o MB-Lab.	15
Figura 7 – Interface da ferramenta Hair tool.....	16
Figura 8 – Interface da plataforma do Convai	17
Figura 9 – Conversa entre utilizador e o personagem na plataforma.....	18
Figura 10 – Configuração do personagem não jogável com MB-Lab.	22
Figura 11 – Modelação da roupa e acessórios baseados na escultura. Foto da escultura retirada de https://mapio.net/pic/p-122529844/	23
Figura 12 – Retratos e selo de Tristão Vaz Teixeira. Retratos retirados de https://pt.pinterest.com/pin/559431584944367795/ , e selo retirado de https://www.wikitree.com/photo/jpg/Vaz_Teixeira-2-1	23
Figura 14 – Novos Shape keys criados para corresponder ao modelo de Inworld.	24
Figura 13 – Manipulação de um dos fonemas para deformação facial.....	24
Figura 15 – Rig gerado do Rigity, inserido no corpo do personagem.	25
Figura 16 – Cabelo criado com auxílio do Hair Tool.....	26
Figura 17 – Modelo final do Tristão Vaz Teixeira.	26
Figura 18 – Interface do Inworld Studio.....	27
Figura 19 –Configuração de elementos básicos sobre personagem em Inworld	28
Figura 20 – Configuração de elementos avançados sobre personagem em Inworld	29
Figura 21 – Integração, API Key e Studio Acess Token.	30
Figura 22 – Conexão com conta de Inworld no painel de Inworld Studio.	31
Figura 23 – Seleção do workspace, scene, e Api Key no painel.	31
Figura 24 – Diagrama do Sistema de conversa do Inworld.....	32
Figura 25 – Personagem de Inworld inserido na scene da demo.	33
Figura 26 – Seleção e alteração do avatar do NPC no Animator.	34
Figura 27 – Criação da animação dos olhos com blendshape.	35
Figura 28 – Janela principal do demo com o NPC de Tristão Teixeira.	36
Figura 29 – Menu Pausa	36
Figura 31 – Resposta do NPC à pergunta feita pelo jogador.....	37
Figura 30 – Pergunta feita ao NPC.	37
Figura 32 – Expressões Faciais.	38
Figura 33 – Menu inicial do Demo	38
Figura 34 – Gráfico da questão 1.....	44
Figura 35 – Gráfico da questão 2.	44
Figura 36 – Gráfico da questão 3.	44
Figura 37 – Gráfico da questão 4.	45
Figura 38 – Gráfico da questão 5.	45
Figura 39 – Gráfico da questão 6.	45
Figura 40 – Gráfico da questão 7.	46
Figura 41 – Gráfico da questão 8.	46

Figura 42 – Gráfico da questão 9.	46
Figura 43 – Gráfico da questão 10.....	47
Figura 44 – Gráficos com resultados das perguntas de múltipla escolha.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Personalidade de Tristão Vaz Teixeira.....	29
Tabela 2 – System Usability Scale.....	41
Tabela 3 – Cálculo total do SUS	47

Lista de Acrónimos

API	Interface de Programação de Aplicações
AR	Realidade Aumentada
IA	Inteligência Artificial
ID	Identificação
LLM	Modelos de Linguagem de Grande Escala
ML	Aprendizado de Máquina
PLN	Processamento de Língua Natural
STT	Speech-to-Text
TTS	Text-To-Speech
VR	Realidade Virtual

Capítulo 1

1 Introdução

1.1 Foco do projeto

A Inteligência Artificial Generativa é um campo dentro da inteligência artificial no qual é capaz de criar conteúdos ou ideias novas, de processar rapidamente os dados e informações de forma automática, e de realizar interações entre humano e a máquina de forma natural.

Com o avanço da Inteligência Artificial, as ferramentas de IA generativa estão cada vez mais acessíveis e presentes na vida das pessoas, sendo também utilizadas para criar diálogos automaticamente, como os *chatbots* ou assistentes virtuais, capazes de reconhecer e analisar a entrada de voz e texto dos utilizadores, simular interações humanas, responder às questões ou fazer perguntas ao combinar o processamento de linguagem natural (PNL) com modelos de *machine learning* (ML). Com o auxílio destas ferramentas, os videojogos têm uma nova forma de aprimorar a experiência do utilizador.

Portanto, o foco do projeto é a IA generativa de diálogos que está a permitir que os NPCs sejam mais inteligentes com uso de inteligência artificial, e sejam capazes de aprender, compreender e analisar o contexto da conversa e respondam aos utilizadores apropriadamente em tempo real, gerando automaticamente diálogos mais imersivos e dinâmicos.

1.2 Motivação

Desde jovem tive interesse em videojogos e, entretanto, nestes dois anos de mestrado, adquiri um novo interesse na inteligência artificial, especificamente a IA generativa de diálogos. Portanto, uma das motivações deste projeto é investigar mais sobre esta temática que atualmente está a ter um grande impacto nos videojogos.

Com o meu interesse na modelação 3D, escolhi modelar uma figura histórica que foi importante na história da minha cidade natal, Tristão Vaz de Teixeira, de forma a preservar e homenagear a sua memória. Ao fazer a representação de Tristão Vaz de Teixeira, que redescobriu o Arquipélago da Madeira com João Gonçalves Zarco e Bartolomeu Perestrelo, numa personagem não jogável, não só promove o interesse na história de Machico, como também ao implementar no personagem, que representa a figura histórica, diálogos gerados por IA, oferece uma experiência mais imersiva e interativa aos jogadores, transportando-os

para o contexto histórico em que esta viveu. Além de mostrar como a inteligência artificial pode ser utilizada como uma ferramenta de apoio na criação mais dinâmica de diálogos em tempo real nos videojogos.

1.3 Objetivos e Metodologia

O objetivo principal deste projeto é a representação em 3D de uma figura histórica importante da Ilha da Madeira, numa personagem não jogável (NPC). O personagem pode ser inserido futuramente num videojogo educativo que ensine a história de Portugal, e que use a Inteligência Artificial, capaz de gerar diálogos dinâmicos, nos personagens criados.

Tendo isto em conta, a metodologia utilizada foi a realização de testes dos três plugins de Unity que implementam a IA, sendo estes: o *Convai*, *Inword* e o *Open AI*. A outra metodologia foi a coleta de dados de utilizadores através de questionário e testes ao demo desenvolvido com base no plugin com o melhor resultado de acordo com os testes anteriormente realizados, e desta forma avaliar as interações e a experiência dos utilizadores, para determinar o impacto que teve a IA no diálogo do NPC durante a jogabilidade.

Outro método foi a investigação dos temas relacionados ao projeto, isto é, inteligência artificial, os NPC, os diálogos dos videojogos, e a pesquisa da história de Tristão Vaz de Teixeira, a recolha de imagens, de análise de documentos e informações da época para representação do navegador. No final utilizando o plugin que teve o melhor resultado no personagem não jogável de Tristão Vaz de Teixeira e efetuar testes com utilizadores ao demo desenvolvido.

1.4 Organização do documento

Este documento é dividido por seis capítulos: o primeiro capítulo, introdução, aborda brevemente o foco, os objetivos, a metodologia do projeto, e a apresenta a organização do mesmo.

O segundo capítulo, Estado da Arte, ou trabalhos relacionados, introduz brevemente a investigação sobre a inteligência artificial, a importância dos NPCs, IA generativa nos diálogos, exemplos de jogos, e conversacional IA.

O terceiro capítulo, Tecnologias e Ferramentas usadas, descreve as principais características das ferramentas utilizadas, tal como de cada plugin de IA testado, suas vantagens e desvantagens, além de introduzir o Unity e o Blender.

No capítulo 4, Desenvolvimento de Tristão Vaz de Teixeira, é a parte onde se representa esta figura importante da história numa personagem não jogável e faz a integração do plugin de IA mais adequado para os diálogos de acordo com os testes realizados.

O quinto capítulo, Testes das Ferramentas IA, apresenta os testes realizados e um questionário aos utilizadores, onde estes testaram o personagem de Tristão Vaz Teixeira com uma das ferramentas de IA utilizadas e depois fizeram a sua avaliação através de um questionário.

O último capítulo, Conclusão e Trabalho Futuro, apresenta o que se conseguiu atingir, como que este projeto poderia ser melhorado no futuro, e avalia a possibilidade de ser inserido num jogo educativo este tipo de personagens não jogáveis com recurso à IA para os diálogos.

2 Estado da Arte

2.1 Inteligência Artificial

A Inteligência Artificial tem diversas definições, uma delas define IA como um campo da ciência e da engenharia, que consiste em criar máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes, e está relacionada com a tarefa de utilizar computadores para compreender e estudar a inteligência humana (McCarthy, 2007). É também proposto que IA pode ser classificada em quatro categorias, sendo estas: sistemas que agem como seres humanos, sistemas que pensam como seres humanos, sistemas que pensam racionalmente e sistemas que agem racionalmente (Russel; Novirg, 2020). A partir destas categorias, realizam testes para confirmar se as máquinas podem simular a inteligência humana, o raciocínio, criatividade, além de tomar decisões, aprender a resolver problemas.

No caso da Inteligência Artificial em jogos digitais os desenvolvedores aderiram ao termo *Game AI*, que é “o código de um jogo que faz com que os elementos controlados por computador pareçam tomar decisões inteligentes quando tem múltiplas escolhas para uma determinada situação, resultando em comportamentos que são relevantes, úteis e eficazes” (Schwab, 2009, p.2) e envolve respostas lógicas, estímulos, procura de caminhos, planejamento estratégico, e até o diálogo (Novak, 2012), de forma a criar jogos mais reativos e desafiantes.

De acordo com Rouse III, em “*Game Design: Theory & Practice. Wordware*”, quando os desenvolvedores dos videojogos falam de inteligência artificial, não se referem à capacidade de o computador conseguir enganar o jogador fazendo-o pensar que está a jogar contra adversários humanos, como acontece no teste Turing (1950) de Alan Turing, em vez disso, referem-se a qualquer código utilizado para controlar os personagens não jogáveis que o jogador luta ou conversa, como inteligência artificial. A forma como o jogo reage às ações do jogador podem ser completamente aleatórias ou programadas com lógica, mas em qualquer dos casos o código que controla essas reações também é referido como a inteligência artificial.

2.1.1 Teste Turing

Em 1950, Alan Turing escreveu o seu artigo ‘Computing Machinery and Intelligence’ onde começou por questionar se era possível as máquinas pensarem, no entanto Turing substituiu a pergunta por uma relacionada à primeira, mas que fosse mais prática e menos

ambígua: perguntou se a máquina poderia ganhar um jogo, ao qual originalmente chamou de *Imitation Game*, de forma a desafiar e determinar a capacidade das mesmas.

É possível que possa ter havido 2 versões do *Imitation Game*: na primeira versão, é jogado com um homem, uma mulher e um interrogador que fica numa sala separada dos outros. O objetivo do interrogador é determinar qual dos outros dois é a mulher, enquanto o objetivo do homem e da mulher é convencer o interrogador de que ele ou ela é a mulher e o outro não (Pinar Saygin et al, 2000). A segunda versão é semelhante a primeira só que em vez de ser três humanos, um é substituído por computador que tenta enganar o juiz afirmando ser homem.

Outra versão do teste, que ficou conhecido por *Turing Test*, não focou nos gêneros, mas em avaliar a capacidade da máquina de imitar um ser humano, e não a sua capacidade de simular uma mulher ou um homem. Portanto o teste consistiu em um interrogador ou juiz humano que fazia questões aos dois participantes para descobrir qual dos dois era humano e qual era máquina, como pode ser visto na figura 1. A dúvida era saber se o interrogador seria capaz de distinguir a máquina do humano através de um jogo de conversação por meio de texto, caso contrário, a máquina seria considerada inteligente (Gonçalves, 2023), ou seja, se o interrogador não conseguisse distinguir se as respostas provinham de uma máquina ou de uma pessoa, o computador seria sucedido no teste e considerado inteligente. (Turing, 1980).

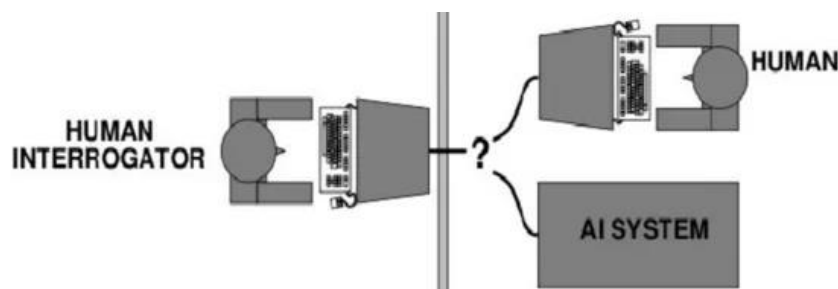


Figura 1 – Teste Turing. Imagem retirada de <https://pt.linkedin.com/pulse/teste-de-turing-sala-chinesa-e-eliza-lucas-ximenes>

2.1.2 NPC

Os personagens não jogáveis são personagens no mundo virtual dos jogos que não são controladas pelos jogadores, em vez disso são criados e controlados pela inteligência artificial do jogo (Novak, 2012). Segundo Schwab (2009), os NPCs são definidos como qualquer elemento no jogo que não seja um jogador humano e com quem o jogador pode interagir de outras maneiras além do combate. Os NPCs são normalmente colocados no mundo virtual para “fornecer informações ao jogador ou para dar mais vida ao mundo. A IA usada para esses personagens é bastante variada (...) desde diálogos estáticos, ações, até

um sistema muito mais complexo envolvendo caminhos, objetivos e um mecanismo de conversação para envolver o jogador” (Schwab, 2009, pg.96). Estes personagens não jogáveis tem personalidades únicas, histórias, motivações e papéis próprios na narrativa do jogo. Também podem ter reações diferentes às ações do jogador, além de alguns deles poderem ter conversas e interações o que ajuda a tornar o jogo mais interessante.

Tradicionalmente, os NPCs nos videogames têm sido implementados utilizando IA que normalmente tem mecanismos ou scripts que controlam o comportamento dos NPC, a mecânica do jogo e as respostas às ações do jogador. Esta IA baseia-se em regras e algoritmos pré-determinados, como a procura de caminhos para a navegação dos NPC de forma inteligente, árvores de decisão, e *finite state machines* (Quill, 2024). Quando as interações com os NPCs envolvem árvores de diálogo, o jogador tem de escolher entre um conjunto de opções ou respostas predefinidas durante as conversas, e no caso dos scripts os NPCs seguem os guiões pré-escritos que ditam as suas ações, movimentos e respostas, além que estes scripts controlam as atividades como andar, falar, e as reações que este tem das ações do jogador ou a eventos do jogo.

De acordo com ‘AI NPCs: How they’ll transform gameplay’ escrito por Inworld em 2023, “apesar de os personagens não jogáveis terem sempre sido estimulados por IA, criar NPCs com IA generativa pode ser tão simples quanto conectar um NPC a um grande modelo linguístico, como o ChatGPT, para conversas de texto dinâmicas. No entanto, também podem ser por outros modelos incluindo linguagem natural, conversão de texto em fala, *machine vision* e modelos de emoções. IA NPC multimodal pode frequentemente falar com os jogadores de voz para voz, ter consciência do seu ambiente e ter motivações e objetivos autónomos.” (Inworld, 2023)

2.2 IA Generativa de Diálogos

A IA generativa refere-se à inteligência artificial “baseada em algoritmos de heurística computacional, utilizando técnicas avançadas de *machine learning* e de redes neurais baseadas em *deep learning*, que é alimentada por redes neurais generativas” (Moura, 2023, p.2, cit. por Gadelha, 2023), isto é, IA generativa utiliza métodos como *deep learning*, *neural networks* e *machine learning* para criar novos conteúdos, com base em conjuntos de dados e inputs. São sistemas que criam hipóteses a partir de dados padronizados, e estes sistemas aprendem de forma autónoma, reconhecendo os padrões existentes em várias camadas de processamento (Gadelha, 2023). Os modelos de IA generativa podem processar e aprender com informações recolhidas numa grande variedade de fontes, como a Wikipédia, portanto com estes modelos, os utilizadores podem treiná-los a gerar vários formatos de multimédia, incluindo vídeo, áudio e texto a partir de vários formatos de input,

pois têm a capacidade de aprender com diversas fontes de dados e gerar resultados novos, desta forma ajudar as empresas, indivíduos e desenvolvedores a poupar tempo e recursos (Gozalo-Brizuela e Garrido-Merchán, 2023). Os autores, Duque-Pereira e Moura (2023), citam que “os modelos de texto-para-texto, especificamente, referem-se à capacidade de uma IA de receber um texto/comando de entrada (input) chamado de “prompt” e produzir um texto de saída (output) em resposta. Esta técnica, que dá origem ao que chamamos de Inteligência Artificial Generativa (IA Gen), tem aplicações vastas, como robôs de conversação (*chatbots*) e criação de conteúdo textual de todo tipo.”

De acordo com Gozalo-Brizuela e Garrido-Merchán (2023) as tecnologias de IA generativa na categoria de texto têm como objetivo criar e manipular texto em linguagem natural, e estas tecnologias incluem aprendizado de máquina (ML) que podem gerar texto semelhante ao humano. Os modelos de texto, como os *chatbots* de conversação, revolucionaram a IA desde o lançamento do ChatGPT com a ajuda do processamento de linguagem natural e de modelos de linguagem de grande escala (LLM), estes modelos têm capacidades úteis como a sumarização, assistência à escrita, geração de código, tradução de línguas, a análise de sentimentos. Em relação ao *speech*, ambos os autores referem que foca na criação e manipulação da linguagem falada e que estas tecnologias de IA são capazes de transformar um input num output de fala, isto é, *text-to-speech (TTS)*, ou de *speech-to-text (STT)*.

McTear (2021) refere que apesar da ideia de interagir com a máquina utilizando voz ou texto já surgiu a muito tempo, só nos últimos anos, com os avanços na IA, nomeadamente na *deep learning*, juntamente com a capacidade da máquina, as quantidades de dados, entre outros, levaram ao desenvolvimento de sistemas de diálogo, de interfaces de conversação e ao aparecimento de assistentes virtuais e *chatbots*. “O termo sistema de diálogo é geralmente utilizado para designar os sistemas desenvolvidos em laboratórios de investigação nas universidades e na indústria com o objetivo de automatizar as interações baseadas no texto e na voz entre máquinas e utilizadores humanos.” (McTear, 2021, pg.11). O *dialogue system* transformou a interação entre o homem e computador e permitiu que os computadores interagissem com humanos em linguagem natural pois o “sistema fornece uma interface entre o utilizador e uma aplicação baseada em computador que permite a interação com a aplicação de uma forma relativamente natural” (Arora et al, 2013). Os sistemas de diálogo também podem ser utilizados em combinação com modelos de processamento de linguagem natural (PNL), inteligência artificial e *machine learning* para geração de conteúdos. Por exemplo ChatGPT, assistentes de voz como a Siri e a Alexa, *chatbots* de atendimento ao cliente, entre outros, utilizam a combinação de modelos referidos anteriormente para gerar textos a partir das mensagens enviadas por humanos através do sistema de diálogo.

Entretanto a IA generativa passou a ser desenvolvida para a narrativa dos videogames, especialmente nos diálogos ao gerar conversas mais dinâmicas que *Conversational AI*, que “é uma tecnologia que torna o software capaz de entender e responder a conversas humanas baseadas em voz ou texto” (AWS, n.d.). Isto pode ser visto em aplicações, plataformas ou plugins, especificamente para personagens de jogos, como *Inworld AI*. Estas plataformas utilizam um algoritmo para analisar os dados em tempo real e gerar dinamicamente respostas dos NPCs com base na conversa com o jogador. Ao contrário da IA tradicional a IA generativa tem aprendizagem automática e redes neurais para gerar conteúdos e comportamentos de forma dinâmica, o que permite a criação de elementos de jogo em tempo real, desde interações e diálogos com NPC a sistemas complexos de narrativas que reagem às escolhas dos jogadores (Quill, 2024).

A *large language model* (LLM) pode ser treinada para gerar várias respostas dependendo das mensagens enviadas pelos jogadores, de forma a transformar a experiência de jogo mais diversa e personalizada. Os benefícios de adicionar IA generativa aos NPCs é que “permite que os NPCs se envolvam em conversas complexas e dinâmicas em tempo real, mostrem consciência do que os rodeia, criem relações com os jogadores, acrescentem novas dinâmicas de jogo (...)” (Inworld, 2023). Além disso, a IA generativa para o diálogo pode ser combinada com outros elementos, como animação facial e linguagem corporal, para criar NPCs mais naturais e imprevisíveis.

2.2.1 NVIDIA Kairos Demo

Na *Kairos demo* a NVIDIA colaborou com a Convai para demonstrar aos desenvolvedores as capacidades da tecnologia do *Avatar Cloud Engine* (ACE) da NVIDIA, que é um serviço de modelos de IA personalizados que tem como objetivo dar inteligência a personagens não jogáveis através de interações de linguagem natural. O ACE oferece modelos e sistemas de IA otimizados para fala, conversação e animação de personagens, incluindo: NVIDIA NeMo™, que cria, personaliza, implementa *machine learning* e também modelos de linguagem de grande escala (LLM) que permitem personalizar histórias e personalidades das personagens; NVIDIA Riva para reconhecimento automático de voz e conversão de texto em fala para permitir conversas em tempo real; e NVIDIA Omniverse Audio2Face™ que cria animações faciais a partir da fonte de áudio (Burnes, 2023).

Na demo os jogadores interagem com dois NPCs que vivem num mundo cibernético: o Jin, que trabalha na loja de ramen, ou com Nova, e estes respondem as perguntas em linguagem natural de forma coerente e natural. Com ajuda da IA generativa, *Kairos demo* apresenta NPCs que podem conversar entre si, reconhecer e interagir com objetos próximos e responder aos comandos do jogador. Além de utilizar alguns modelos que mencionei

anteriormente como o Audio2Face, o Nvidia NeMo, reconhecimento automático da fala, e a conversão de texto em fala, como é demonstrado na figura 2 a demo também adiciona a tecnologia do Convai que integra a consciência, as ações, memória, percepção, entre outros (Ridley, 2024).

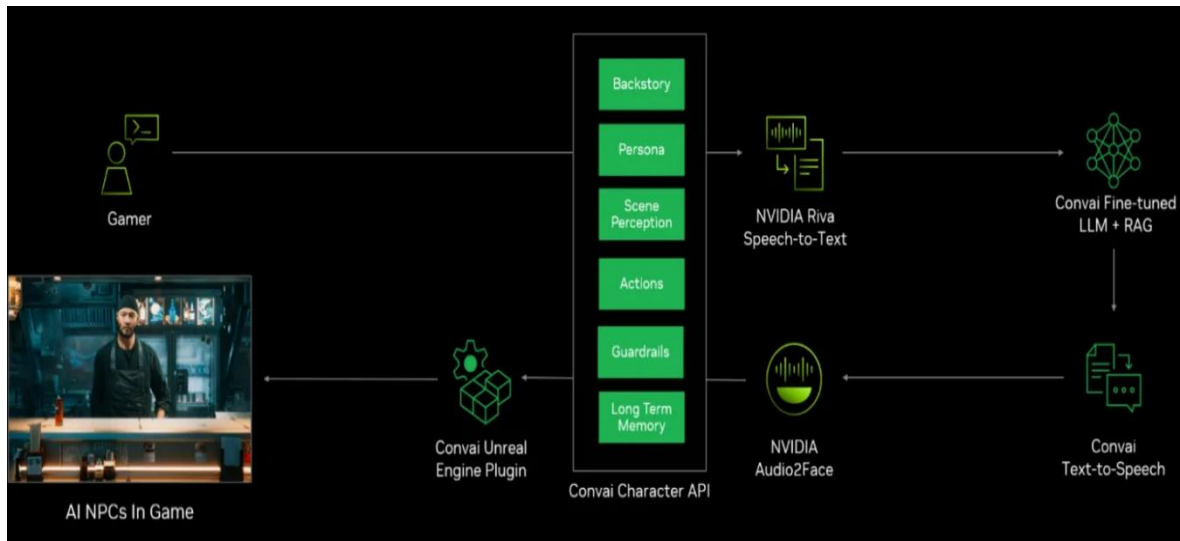


Figura 2 – Nvidia ACE com implementação do Convai. Imagem retirada de <https://www.pcgamer.com/i-spoke-to-an-nvidia-ai-powered-npc-about-his-ramen-and-his-responses-were-frighteningly-good/>

2.2.2 Origins

Origins é uma demo desenvolvida pela empresa Inworld AI e criada em Unreal Engine 5. É um jogo no qual “permite aos jogadores assumir o papel de um detetive num mundo neo-noir baseado no anime Metropolis. Usando o microfone, os jogadores têm a tarefa de interrogar testemunhas, desvendar a narrativa e resolver o caso falando com os NPCs (...) os videogames têm-se baseado em *scripted responses* e *dialogue trees*, mas com a IA generativa, os NPCs podem ser mais reativos e dinâmicos, levando a experiências de jogo mais imersivas e personalizadas.” (Inworld, 2023).

Na demo o jogador desloca-se para o local do crime, um laboratório de robótica onde uma enorme explosão abalou a área. É no local que encontra seis personagens com as quais pode interagir: um robô detetive, dois outros robôs, um agente da polícia, um senhor de chapéu e uma jovem mulher. Os jogadores podem interagir com estes personagens através do microfone ou escrever por texto os seus inputs (Thompson, 2023), como pode ser verificado na figura 3.

Para concluir, Origins serviu para demonstrar o potencial do sistema de conversação da Inworld e três elementos principais: o sistema *speech-to-text*, o sistema de geração de texto

com LLM, e o *texto to speech*. Cada um desempenha o papel crucial em permitir conversas imersivas entre jogadores e NPCs.

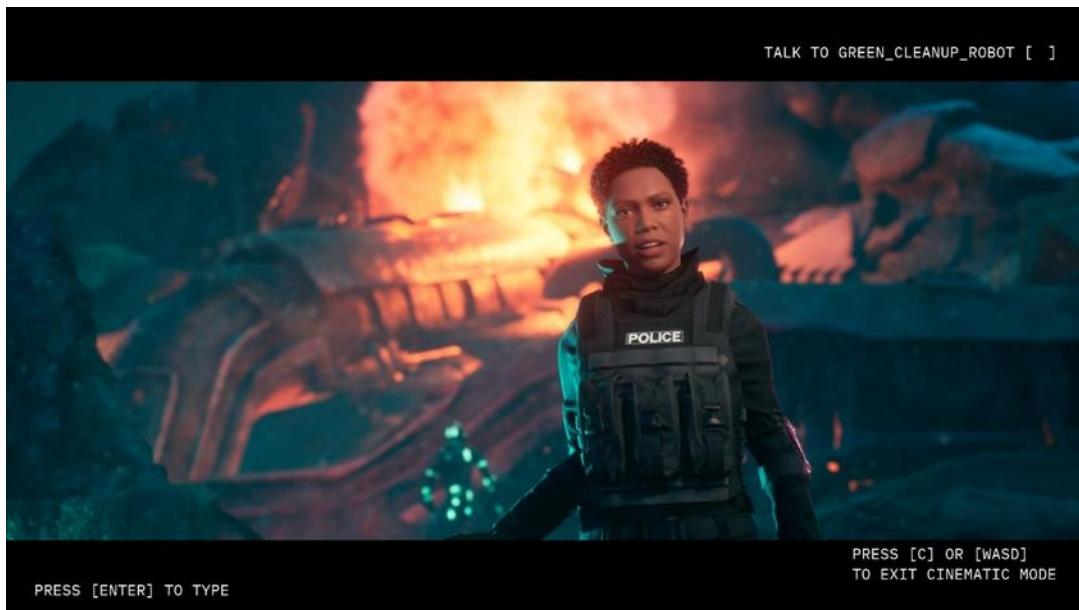


Figura 3 – Interação com NPC. Imagem retirada de <https://www.aiandgames.com/p/analysing-the-ai-of-inworlds-origins>

2.2.3 Covert Protocol Demo

Na *Game Developers Conference* (GDC) a NVIDIA lançou um trailer de *Covert Protocol*, uma demo na qual desenvolveu em parceria com a Inworld AI para apresentar as tecnologias de NVIDIA ACE e as ferramentas de Inworld.

Em *Covert Protocol* os jogadores tornam-se detetive privado que completa os objetivos com base nos resultados das conversas com as personagens não jogáveis. A demo utiliza NVIDIA Riva, que faz o reconhecimento automático de voz (ASR), a NVIDIA Audio2Face, incluindo os ambientes e a arte criados com a renderização RTX da NVIDIA, juntamente com a tecnologia de Inworld, que tem sistemas de cognição, percepção e comportamento para criar uma narrativa imersiva (Martin, 2024). Para interagir com os NPCs, os jogadores têm de manter premida o a tecla T para 'hold to talk', falar para o microfone e as palavras faladas apareceram no ecrã e, após alguns segundos, o NPC irá responder de volta. Na figura 4

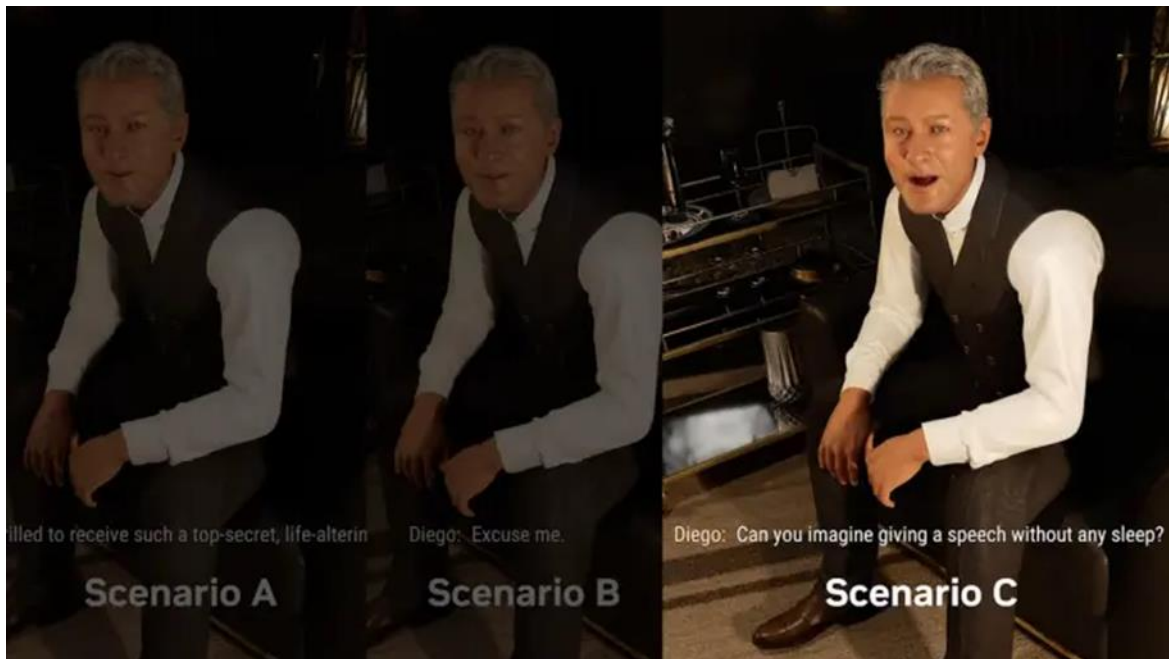


Figura 4 – Os diálogos mudam dinamicamente dependendo das conversas com jogador. Imagem retirada de <https://blog.son-video.com/en/2024/04/nvidia-ace-more-realism-in-video-games-thanks-to-ai/>

demonstra que os NPCs na demo estão conscientes do mundo que os rodeia, são capazes de aprender e adaptam o seu discurso de acordo com as suas interações com o jogador.

A junção dos agentes IA da *Inworld* em *Covert Protocol* fez os personagens serem capazes de perceber, compreender e interagir com o mundo à sua volta. O objetivo foi aumentar imersão ao simular um comportamento inteligente e responder dinamicamente às ações do jogador e ao mundo do jogo. Os personagens não jogáveis na demo, como Diego, são capazes de raciocínio avançado, tomada de decisões, adaptabilidade, aprendizagem, percepção e comunicação, graças aos sistemas IA generativa da *Inworld* (Yu, 2024).

2.2.4 Replica Smart NPC

A empresa Replica Studio lançou uma demo que utiliza uma versão modificada do projeto de amostra do jogo *Matrix Awakens* para demonstrar a tecnologia do Replica Smart NPC, e mostrar algumas das funcionalidades que estarão futuramente disponíveis com o plugin.

Para os NPCs terem capacidade de conversação, o software de *Replica Smart NPCs* funde o ChatGPT com a tecnologia de *text-to-speech* da Replica. O plugin também sincroniza automaticamente animações faciais, movimentos labiais e gestos corporais dos NPC no discurso, além que os desenvolvedores podem personalizar cada personagem para que tenha uma voz única, uma história e um conjunto de emoções e motivações (Johnson, 2023). Portanto quando Replica lançar o plugin para o *Unreal Engine* os desenvolvedores poderão integrar AI NPCs em seus projetos ou nos seus jogos, o que pode resultar em “um NPC com comportamento natural que pode surpreender e encantar os jogadores com

respostas atenciosas, divertidas e provocadoras, dependendo dos seus contextos, bem como da voz captada diretamente dos microfones dos jogadores” (Takahashi, 2023). Na figura 5 demonstra como o jogador explora a cidade e decide conversar com um dos NPCs usando o microfone e logo depois a personagem responde de volta.



Figura 5 – Conversa entre jogador e o personagem não jogável

2.3 Conversacional IA

Conversacional IA é “um tipo de inteligência artificial (IA) capaz de simular conversas humanas graças ao processamento de linguagem natural (PLN), um campo da IA que permite aos computadores entender e processar a linguagem humana” (Google Cloud, n.d.). Estas tecnologias podem “reconhecer todos os tipos de entrada de voz e texto, imitar interações humanas e entender e responder a consultas em vários idiomas. As organizações usam a IA conversacional para vários casos de uso de suporte ao cliente, para que o software responda às consultas dos clientes de maneira personalizada.” (AWS, n.d.). De acordo com Khatri et al. (2018, cit. por McTear, 2021, pg.15) a *Conversational AI* foi definida como o “estudo de técnicas para criar agentes de software que podem participar em interações naturais de conversação com humanos.”

Apesar de *Conversational AI* e *AI Generative* serem ambos tipos de inteligência artificial e envolverem o processamento de linguagem natural, ambas as tecnologias têm objetivos e propósitos distintos: a IA generativa gera conteúdos novos, como texto, imagens, até

conversas, com base em instruções e utiliza a aprendizagem profunda e as redes neuronais para produzir respostas criativas com base nos dados em que foi treinada, e poderá responder a perguntas fora do escopo de maneiras novas e originais. Já no caso de *Conversational AI* foca em facilitar as conversas em linguagem natural entre humanos e a máquina, por exemplo *chatbots* e assistentes virtuais como a Alexa e a Siri utilizam a IA conversacional para interagir com os utilizadores.

Existem alguns exemplos da aplicação da tecnologia de IA de conversação como nos agentes virtuais que usam a IA generativa como base para conversas por mensagem de texto ou voz; os *chatbots* que são usados em atendimento ao cliente para responder a perguntas e dar suporte; os assistentes virtuais; o software de conversão de texto em voz que é usado para criar audiolivros ou rotas faladas; o software de reconhecimento de fala que é usado para transcrever palestras, legendas, entre outros (Google Cloud, n.d).

Tal como a IA conversacional, as ferramentas de IA generativa podem ter impacto no suporte ao cliente: podem compreender as informações partilhadas pelos utilizadores em tempo real e utilizar os seus conhecimentos e grande quantidade de dados para ajudar os agentes virtuais ou NPCs a proporcionar experiências mais personalizadas e intuitivas. A IA generativa pode criar automaticamente respostas, perguntas, e reconhecer palavras-chave numa conversa para fazer emergir informações relevantes, pode até obter informações de vários lugares diferentes para responder a perguntas mais complexas.

É relevante salientar que pode haver uma variedade de ferramentas de inteligência artificial que combinam a IA conversacional com a inteligência artificial generativa. Esta combinação faz com que “o sistema processa a entrada do utilizador com IA conversacional e responde com IA generativa. Isso resolve desafios para casos de uso além do escopo da IA conversacional.” (AWS, n.d.). Por exemplo Microsoft Copilot for Sales é considerado um modelo com IA generativa, mas também utiliza IA conversacional.

3 Tecnologias e ferramentas usadas

Durante o desenvolvimento do projeto e da realização dos testes os seguintes softwares, *plugins* e *addons* foram utilizados.

3.1 Blender

O Blender é um software gratuito para criação 3D, de código aberto e que oferece várias ferramentas que permitem aos utilizadores criar modelos 3D, através de modelação, mapeamento e textura, além que também podem fazer animação, simulação, renderização, entre outros. Blender está disponível para o Linux, Windows e MacOs e disponibiliza diversos *addons*, que também podem ser criados na comunidade por outros utilizadores, uma vez que utiliza código aberto e é público, qualquer pessoa pode criar um *addon* e para poderem utilizá-las terão de instalar no programa. Blender que foi usado foi a versão 4.0 e este software foi escolhido por ser gratuito e ter aprendido mais sobre este durante as aulas do mestrado.

3.1.1 MB-Lab

MB-Lab é uma ferramenta e um *addon* gratuito para criação 3D de personagens humanoides. Os desenvolvedores conseguem gerar e configurar personagens através da escolha da idade, gênero, raça, peso, massa, altura, entre outras opções como aparece na figura 6. Inclui também *rigging* do esqueleto, que simplifica o processo de animação e torna o movimento do modelo mais fácil de controlar.

Após criar o personagem, a ferramenta permite que seja adicionado *face rig* para ajudar a animar expressões faciais e depois quando completado pode ser exportado e integrado com outros softwares como o Unity. MB-Lab foi usado para criar a personagem não jogável do Tristão Vaz Teixeira que fosse mais realista e para auxiliar facilmente na criação de *shape keys* para expressões e *visemes*, e estas *shape keys* se apresentam como *blendshapes* no

Unity e usam no *plugin* de Inworld para o NPC conseguir conversar com sincronia labial e mostrar emoções através da expressão facial.

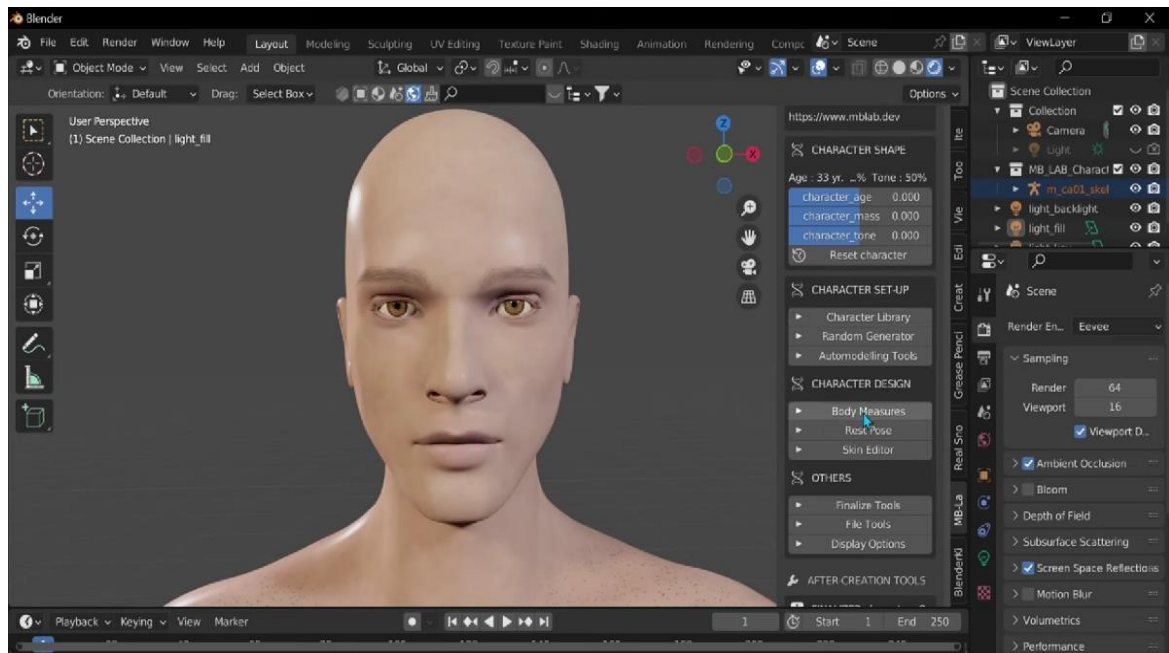


Figura 6 – Configuração do personagem com o MB-Lab.

3.1.2 Rigity

O Rigify é um *addon* gratuito que já vem incluído no Blender que automatiza o processo de *rigging*. Esta ferramenta permite aos utilizadores criar uma armadura chamado *metarig*. Estes modelos fornecem esqueletos humanoides completos, que podem ser personalizados para se adaptarem às dimensões da personagem. Após posicionar os ossos para que correspondam às proporções do corpo do personagem, o Rigity permite gerar o *rig* automaticamente após clicar no botão *Generate* e com este *rigging* complexo os animadores e desenvolvedores podem controlar os ossos para fazer poses e animar as personagens. Este *addon* foi utilizado para resolver alguns problemas na armadura do esqueleto que apresentava quando o modelo do personagem era importado no Unity.

3.1.3 SKkeeper

Tal como os outros mencionados anteriormente, SKkeeper é também um *addon* gratuito para Blender. SKkeeper automatiza o processo e permite aplicar modificadores a um objeto com *shape keys*, mantendo as *shape keys* intactas. SKkeeper foi uma ferramenta essencial porque auxiliou em conseguir aplicar os modificadores, que tivessem as *shape keys*, no personagem e estas se mantivessem intactas para assim depois quando o personagem fosse importado para o Unity aparecessem como *blendshapes*.

3.1.4 Hair Tool

Hair Tool é um *addon* pago publicado em gumroad, foi criado para o Blender para ajudar aos utilizadores a gerar *hair cards*, em curva, cabelo curto, *shell hair*, adicionar *hair system*, entre outros, em personagens 3D para videojogos. O *addon* tem ferramentas em que pode converter o cabelo de *hair card* para *mesh*, ou de *particle hair* para *curves*, e também tem opção de biblioteca com vários tipos de penteados que o utilizador pode utilizar e editar. Por exemplo na imagem 7, foi utilizado um dos penteados que apresentam no *Library*. *Hair tool* foi usado para criar rapidamente um cabelo que fosse suportado em Unity já que o cabelo que foi criado inicialmente não aparecia e não era reconhecido no motor de jogos.

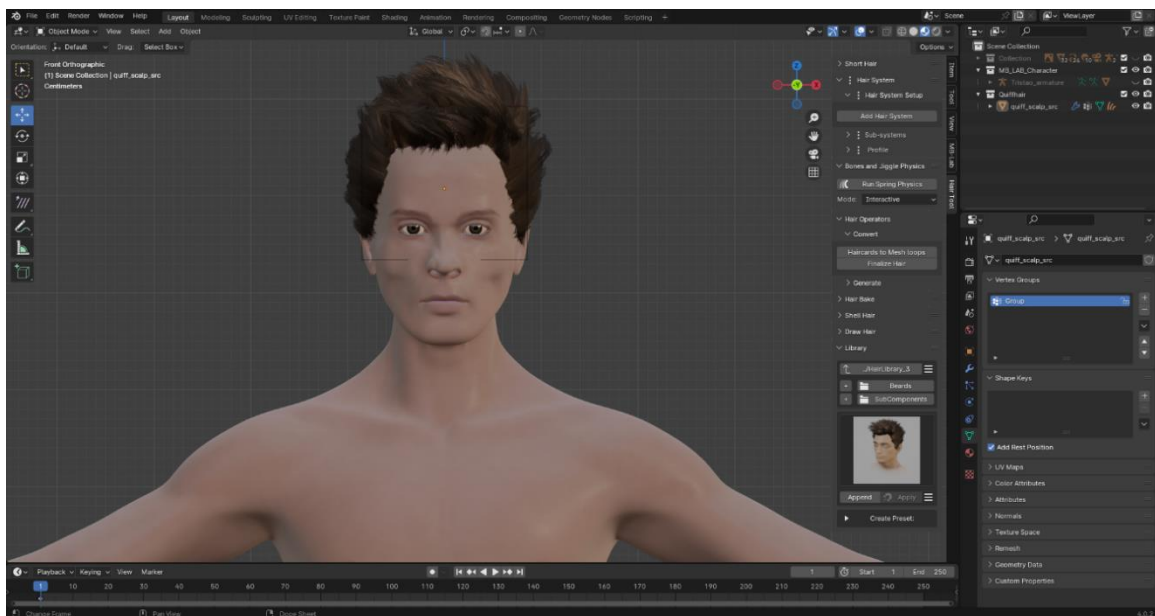


Figura 7 – Interface da ferramenta *Hair tool*.

3.2 Unity

Unity é uma plataforma de desenvolvimento e criação de jogos, simulações ou filmes em gráficos 2D e 3D, sendo a linguagem de programação o C#. A Unity pode ser utilizada em mais de 25 plataformas como Pc, telemóvel, consola, Virtual Reality (VR), Realidade Aumentada (RA ou AR na sigla inglesa), e em web, além que permite importar *assets*, *plugins*, escrever código, criar ou importar animações e muito mais. Durante o desenvolvimento da demo foi usado a Unity, pois foi o software que foi ensinado no mestrado. A versão usada para o demo foi 2022.3.17f1 LTS, com licença grátis, e durante o desenvolvimento da demo e realização dos testes das ferramentas foram: Convai, Inworld e OpenAI, além que foi usado *assets* da loja Unity.

3.2.1 Convai

Convai é uma plataforma que oferece serviços para criar NPCs inteligentes e com capacidades de percepção multimodal. Os desenvolvedores e criadores podem adicionar ou modificar as histórias, as personalidades, a voz, os conhecimentos, e personalizar o avatar dos NPCs e testá-los em qualquer momento através da própria plataforma, como pode ser visto na figura 8. Convai integra os *large language models* (LLMs), para permitir a compreensão e geração da linguagem natural, e este sistema de conversa podem definir os comportamentos dos personagens e levar a envolvimentos e respostas inteligentes enquanto que permanece fiel à história original e à jogabilidade, permitindo que os personagens de IA se envolvam em conversas abertas. Estas características do *Convai* podem proporcionar interações realistas que fazem Npc falar naturalmente em tempo real com os utilizadores por meio de texto e voz, além de poderem realizar algumas ações com base nos comandos verbais.

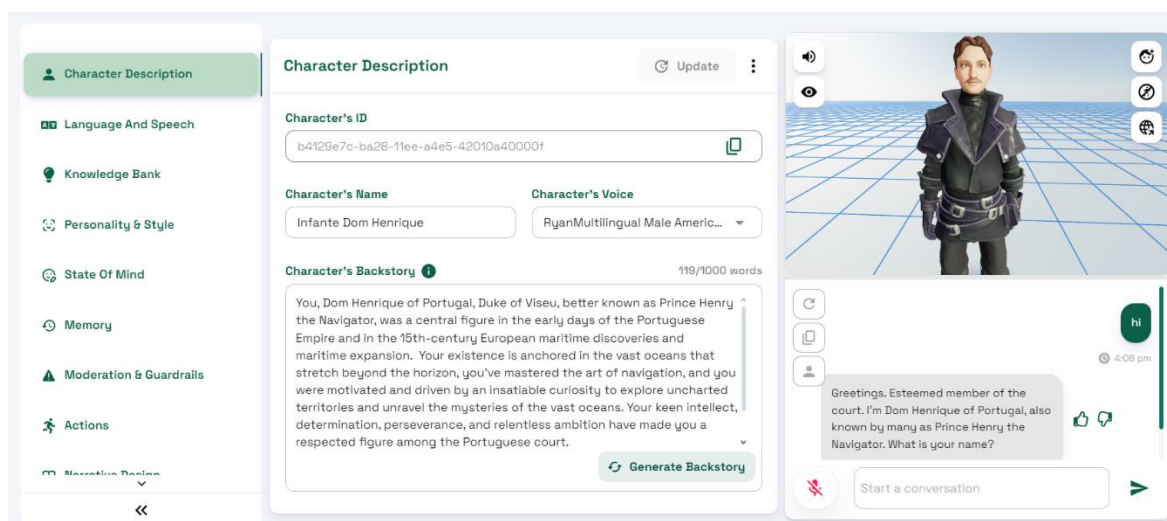


Figura 8 – Interface da plataforma do Convai

Após a configuração da personagem na plataforma do *Convai*, pode ser importada para Unity, ou noutras integrações em motores de jogos como Unreal Engine, Roblox, e Omniverse, ao instalar o plugin do Convai, usar ID do personagem e o API, acrónimo para *Application Programming Interface* ou Interface de Programação de Aplicação, que é uma interface e mecanismo que permite que diferentes aplicativos ou softwares se comuniquem por meio de solicitações e respostas, e compartilhem dados de forma segura. O plugin já fornece todo o que é necessário para implementar facilmente a IA conversacional e IA generativa nos personagens não jogáveis de videojogos, como *Lipsync*, animações, ações, o *Speech Recognition*, *Language Understanding*, *Text-To-Speech*, *Text-to-Action*, e *Speech-to-Text*, incluindo também no *asset* as demos com *Scenes* prontas que já contém um NPC inteligente sem precisar ter que saber programação.

Uma das vantagens do *Convai* é o suporte de multilinguagem, no entanto, na minha opinião, a desvantagem do *Convai* é que o NPC não apresenta expressões faciais muito dinâmicas, isto é, sempre apresenta a mesma expressão não importa o contexto da conversa.

3.2.2 Inword

Inworld é uma plataforma de criação de personagens com IA generativos que podem ser integrados em videogames. Inworld tem mecânicas que tornam os NPCs dinâmicos, capazes de aprender, gerar diálogos, de se adaptarem e terem percepção do mundo virtual à sua volta. Ao Inworld foi capaz de desenvolver aspectos diferenciados para as personagens, incluindo emoções, personalidade, memória, comportamentos, e outros elementos como expressões faciais, gestos, voz, que transformam os personagens não jogáveis mais dinâmicos e realísticos. Além disso os desenvolvedores podem criar, personalizar ou modificar as personalidades, a história, imperfeições, motivações, conhecimentos, entre outros.

Tal como Convai os desenvolvedores podem testar a personagem na plataforma, tal como é ilustrado na figura 9. Também tem configuração de segurança que faz com que personagens evitem tópicos como violência, palavrões, conteúdo impróprio, qualquer conteúdo que expresse, incite ou promova o ódio com base na identidade, raça, sexualidade, religião, entre outros; e que os NPC podem ser implementados em várias plataformas além do Unity através da instalação plugin e do uso do API. Com o plugin do Inword já tem o necessário, como *Lipsync*, scripts, animações, *Speech-To-Text (STT)*, o *Text-To-Speech (TTS)*, *Speech Recognition*, entre outros, que podem ser usados para criar um demo com NPC, com IA capaz de conversar, com percepção e consciência, que pode ser substituído por outro personagem.

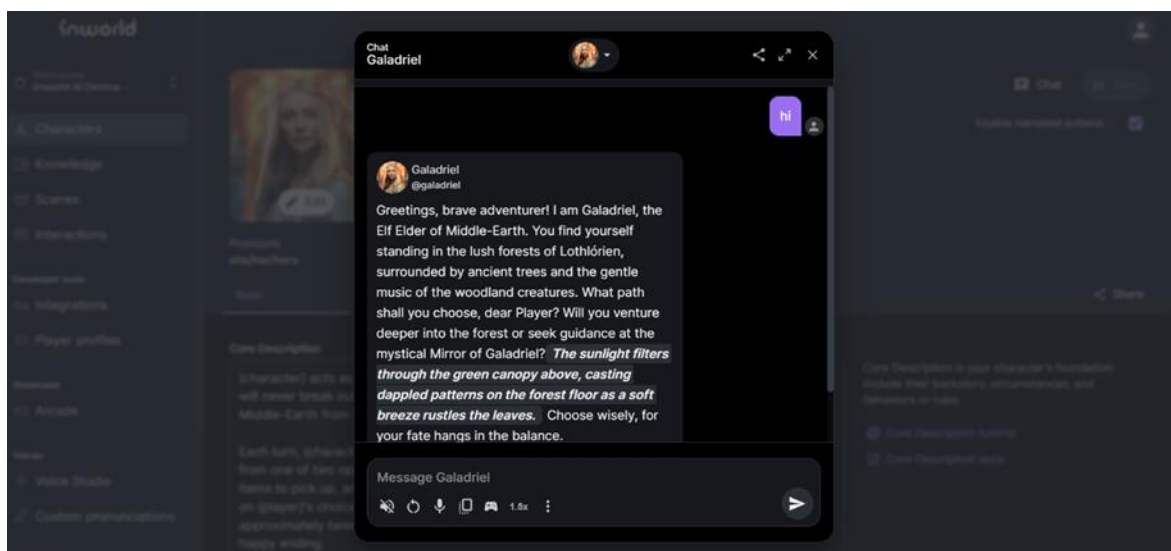


Figura 9 – Conversa entre utilizador e o personagem na plataforma.

A vantagem do Inworld é que os NPCs possuem várias personalidades e emoções dinâmicas e personalizáveis que fazem estes reagirem, terem expressões faciais e gestos corporais conforme as conversas do jogador de uma maneira natural e mais envolvente. No entanto, na minha opinião, a desvantagem é de só ter suporte para a língua inglesa e suporte beta para mandarim e coreano. Além disso, as vozes TTS não demonstram emoção que o personagem está a sentir no momento.

3.2.3 Open AI

A OpenAI é uma empresa de investigação e implementação de IA que tem o objetivo de promover e desenvolver IA segura e amigável, além de fazer pesquisas com a intenção de garantir que o uso de inteligência artificial beneficie a humanidade. A OpenAI tem uma variedade de modelos com diferentes capacidades, em que o utilizador é capaz de aperfeiçoar e personalizar, sendo atualmente esses: GPT-4, GPT-4 Turbo, GPT-3.5 Turbo, DALL.E, TTS, Whisper, ChatGPT. Estes modelos são usados em várias aplicações como *chatbots*, tradutores, criação de conteúdo, geração de texto ou imagem, entre outros. Os serviços da *OpenAI* usam combinação de grandes modelos de linguagem e processamento de linguagem natural que permitem que os modelos respondam aos pedidos do utilizador em linguagem humana, por exemplo *ChatGPT* que é um *chatbot* que tem inteligência artificial e pode compreender e gerar linguagem natural para comunicações semelhantes às humanas, responder e resolver problemas.

A vantagem de OpenAI é ter suporte de multilinguagem, mais de 50 línguas, no entanto a desvantagem é que precisa de ter conhecimento em programação para criar ou modificar scripts necessários, além disso sem um conhecimento sólido sobre programação, é possível enfrentar problemas que surgem durante o desenvolvimento e não saber como resolver, e o uso das APIs e serviços da OpenAI pode ser caro, especialmente para pequenas empresas ou desenvolvedores independentes.

4 Desenvolvimento de Tristão Vaz Teixeira

Tristão Vaz Teixeira, também conhecido como Tristão da Ilha, era um escudeiro nobre da Casa do Infante Dom Henrique. De acordo com Henrique Henriques de Noronha, mencionado por Manuel Rufino Teixeira no seu livro “Tristão Vaz Teixeira Quem era?”, Tristão “viveu 80 anos, nasceu possivelmente em 1390 em Portugal e morreu em 1470, em Silves, no Algarve com 80 anos.” (p. 127, 1991). Participou em 1415 na conquista da Ceuta e em 1437 na tentativa de conquista Tânger, onde foi armado cavaleiro por Infante Dom Henrique. Foi também um navegador e explorador português conhecido por sua participação na redescoberta do arquipélago da Madeira, além de ter sido o primeiro capitão donatário da capitania de Machico.

Tristão Vaz Teixeira era "homem assaz ardido" (Eanes, 1453, p.388) e “patriarca do povoamento da ilha e Cavaleiro tão perfeito que foi flor da Cavalaria, é um dos “padrões” do povo da Madeira – avô remoto de opulentos e humildes (...)” (Revista Património nº 2, 2004, p. 39, cit. por Mercado Quinhentista de Machico). Não há certezas ao certo quem foram os seus pais, todavia de acordo com o livro de Manuel Teixeira, Tristão era “filho segundo, ou talvez, filho natural de Vasco Teixeira dos Senhores da Honra Teixeira (...)”. Ficou reconhecido por “Tristão da Ilha” porque esteve no reconhecimento e apropriação do Porto Santo e Ilha da Madeira (Teixeira, 2004).

Casado com Branca Teixeira, possivelmente prima, de quem teve 12 filhos, sendo estes quatro filhos: Tristão Teixeira, Henrique Teixeira, João Teixeira, Lançarote Teixeira; e oito filhas: Tristoa Teixeira, Isabel Teixeira, Branca Teixeira, duas filhas chamadas Catarina Teixeira, Guiomar Teixeira, Solanda Teixeira e Ana Teixeira. Os autores Ferreira e Dias mencionam que após casar com Branca Teixeira, Tristão Vaz adotou o apelido da sua mulher, Teixeira, por ser de família com estatuto social mais elevado.

Tristão Vaz e João Gonçalves Zarco pediram autorização ao Infante para participarem numa expedição marítima à costa africana, pois “(..) vendo os desejos que elle tinha de descobrir terras, e elles de o servirem na tal empresa, como naquellas hidas dalém o tinham em Africa mui bem servido: pedindo-lhe muito, que, pois armata navios para descobrir a Costa de Berbéria e Guiné, lhe aprouvesse birem elles em algum navio a este descobrimento, que elles sentiam em si que nelle o poderiam bem servir.” (Frutuoso, 1873, p.16). Portanto em 1418, enquanto seguiam a rota pela costa africana, Tristão Vaz Teixeira e João Gonçalves Zarco foram desviados pela tempestade e depararam-se com uma ilha a qual batizaram de Porto Santo “que recebeu esse nome por lá terem chegado a 1 de novembro, dia de Todos os

Santos” (Ferreira e Dias, 2016, p.32), pouco depois regressaram a Portugal para relatar do acontecido ao Infante Dom Henrique.

No ano seguinte, em 1419, os dois exploradores acompanhados por Bartolomeu Perestrelo voltaram ao Porto Santo. Em julho do mesmo ano, Tristão Vaz Teixeira e João Gonçalves Zarco redescobriram outra ilha a qual apelidaram de ilha da Madeira devido à abundância desta matéria-prima e da vegetação que a cobria. Tristão e Zarco desembarcaram na praia de Machico, onde no dia 2 de julho “celebrou-se, aqui a primeira missa da Madeira, por padres Franciscanos (...)” (Sousa, Gaspar, e Spínola, 2001, p.8).

Em 1425 iniciou-se o povoamento do Arquipélago da Madeira, que possivelmente terá sido iniciada com o apoio da Coroa portuguesa e, mais tarde, do infante D. Henrique. Em 1437, Tristão Vaz participou e acompanhou o Infante na tentativa da conquista de Tânger, tendo-se empenhado na sua preparação. Só em 8 de maio de 1440 que o Infante D. Henrique doa a Tristão Vaz Teixeira, como capitão-donatário e aos seus descendentes, a Capitania de Machico, “Eu o infante D. Henrique faço saber (...) faço saber a quantos esta carta virem que dou a cargo de Tristão, cavaleiro de minha casa, na ilha da Madeira, desde além do Caniço dez passos, como se vai pelo rio acima até Ribeira a Ponta do Tristão que ele a mantenha por mim, em justiça e direito.” (Carta de Doação da Capitania de Machico, 1440).

Fundou em Machico duas capelas: a da Conceição e a de S. Salvador, hoje da Misericórdia (Teixeira, 1991). E em 1445, partiu para a costa ocidental africana para participar na expedição composta por 26 caravelas e uma fusta, algumas das quais da Madeira. Tristão Vaz armou e comandou uma dessas embarcações e viajou até às ilhas Gomeira e Palma, e “em 1447, voltou a armar e capitanear uma caravela que se dirigiu às ilhas da Canárias e a costa africana” (Ferreira e Dias, 2016, p.32).

No entanto depois de ter cometido atrocidades graves contra um fidalgo, Diogo Barradas, que mantivera uma relação ilícita com sua filha, Ana Teixeira, o rei D. Afonso V retirou-lhe a capitania e obrigou-o a abandonar Machico. A 17 de Fevereiro de 1452, D. Afonso V perdoou-lhe as ofensas e autorizou-o a regressar, porém por ter alguns negócios no Algarve mudou-se para Silves onde faleceu, provavelmente com 80 anos, no século XV.

4.1 Personagem 3D

Durante o desenvolvimento do personagem não jogável, sendo o histórico Tristão Vaz Teixeira, como anteriormente mencionado no capítulo 3, foram usados os seguintes addons: MB-Lab, Rigity, SKkeeper e Hair Tool. MB-Lab ajudou na criação de um humano realista ao fornecer ferramentas para gerar o corpo humano ao modificar idade, massa corporal, tônus muscular, altura, etc. Foi baseado em retrato e escultura do Tristão para criar perfil do personagem e também tendo em conta que este nasceu possivelmente em 1390, ou provavelmente por volta de 1939, de acordo com Diogo Ferreira e Paulo Dias (2016). Apesar de as informações sobre o nascimento serem incertas, provavelmente Tristão Vaz Teixeira tinha 45 anos quando foi nomeado capitão donatário de Machico em 1440, portanto ao configurar a idade escolhi que este tivesse 50 anos como é mostrado na figura 10 para representar os anos que governou.



Figura 10 – Configuração do personagem não jogável com MB-Lab.

Após finalizado a configuração do corpo do personagem, antes de focar na face *rig* foi feita manualmente a modelação da roupa para o mesmo a partir da seleção de várias partes do corpo, como braços, peito até à cintura para criar a túnica de manga comprida, ajustada com cinto na cintura e outra no peito, e o casaco. A roupa, acessórios e botas foram baseadas na escultura de Tristão Vaz Teixeira, situada ao lado da Igreja Matriz de Machico, construída por Pedro Anjos Teixeira em 1971, ilustrada na figura 11, enquanto que a cor para a roupa

foi baseada no retrato do mesmo na figura 12. Algumas das texturas usadas foram retiradas de Ambientcg e Pinterest.

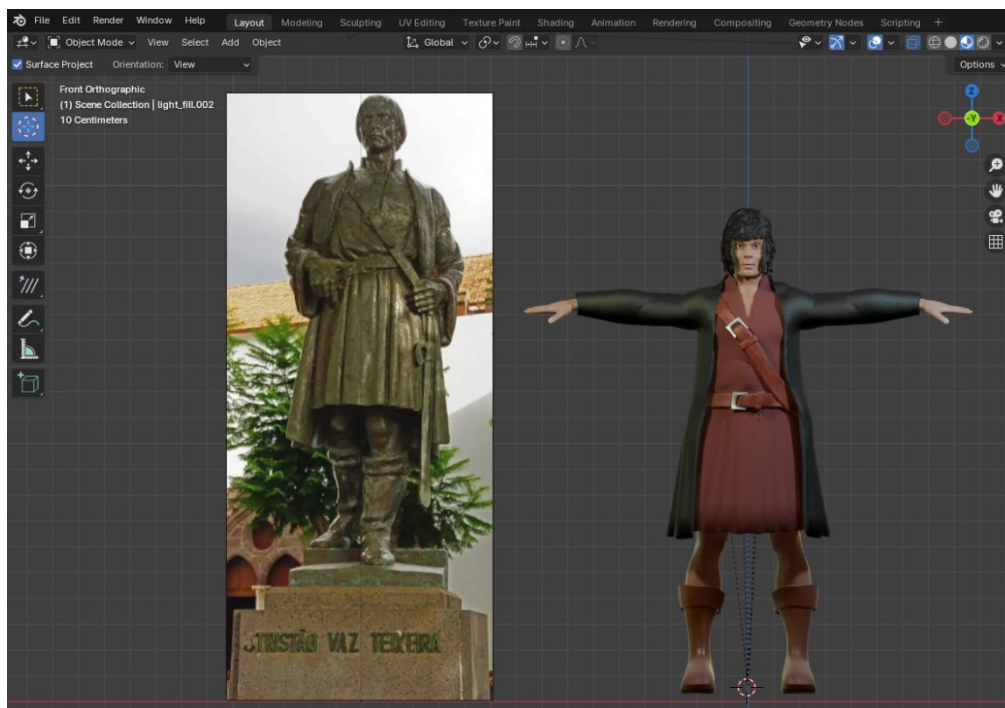


Figura 11 – Modelação da roupa e acessórios baseados na escultura. Foto da escultura retirada de <https://mapio.net/pic/p-122529844/>

O cabelo foi criado com *Hair Particle* ao redor do couro da cabeça e depois penteado manualmente com o pente e cortado com a tesoura. No caso do cabelo foi mais baseado em retratos e selo de Tristão, que aparecem na figura 12.



Figura 12 – Retratos e selo de Tristão Vaz Teixeira. Retratos retirados de <https://pt.pinterest.com/pin/559431584944367795/>, e selo retirado de https://www.wikitree.com/photo/jpg/Vaz_Teixeira-2-1.

MB-Lab também ajudou em criar *shape keys* necessárias das expressões faciais e *visemes*, para o *Lipsync* e o gestor de emoções do Inworld funcionar no Unity. Na figura 13, através da criação da *face rig* que o MB-Lab gerou, este também criou o *phoneme rig* onde é possível controlar e manipular os ossos faciais e fonemas no modo pose no Blender, e criar como novos *shape keys*, como pode ser visto na figura 14, que tenham características semelhantes e o mesmo nome que as *blendshapes* já incluídas no NPC importado do Inworld no Unity. Como alguns dos modificadores que continham as *shape keys* não deixavam ser aplicadas no personagem foi usado a ferramenta SKkeeper para conseguir aplicar sem danificar as *shape keys*, foi desta forma que as mesmas aparecessem como *blendshapes* no Unity.

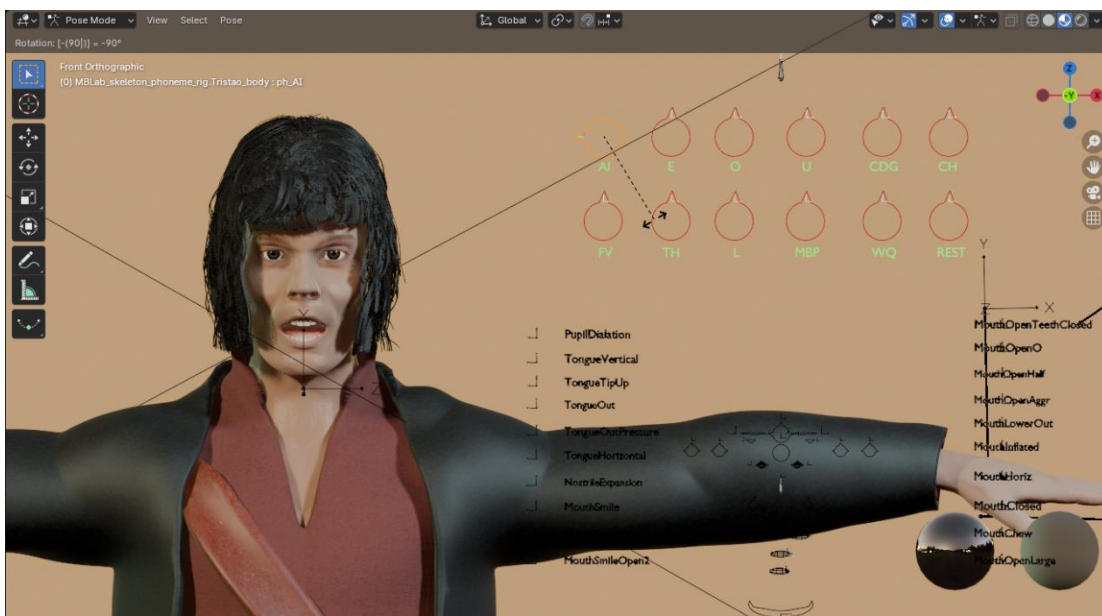


Figura 14 – Manipulação de um dos fonemas para deformação facial.

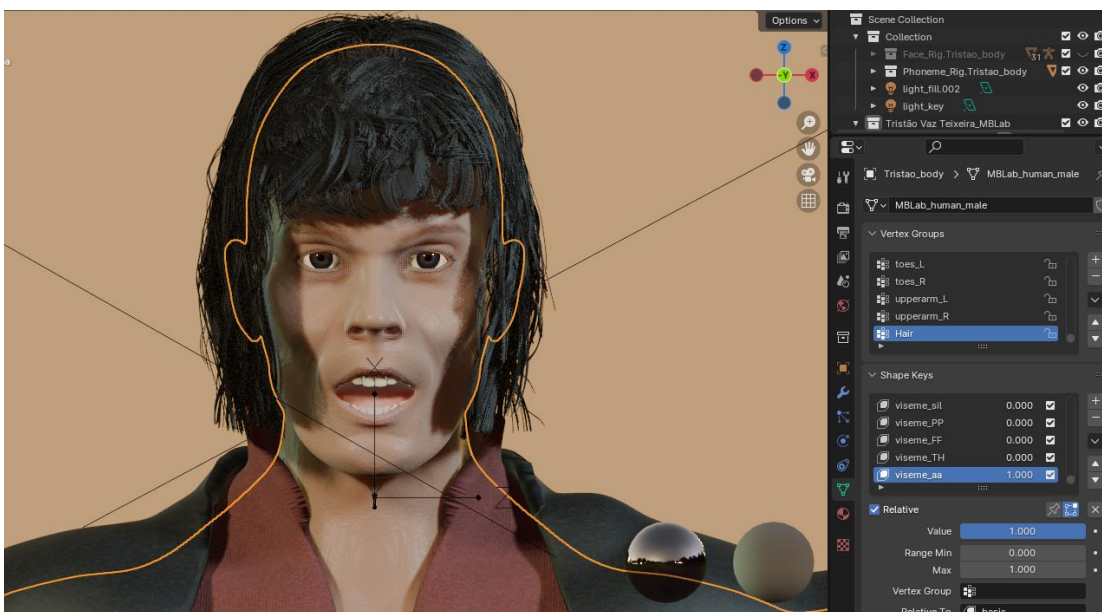


Figura 13 – Novos Shape keys criados para corresponder ao modelo de Inworld.

Apesar que o esqueleto já vem incluído no *addon*, após testar o modelo em Unity este apresentou problemas na armadura que ficou desfigurada em algumas partes do corpo, além que não detetava os ossos faciais da *face rig* criado pelo MB-Lab. Na figura 15, foi usado o Rigity para inserir manualmente um novo esqueleto no corpo do humanoide, que após testado não apresentou os problemas anteriores.

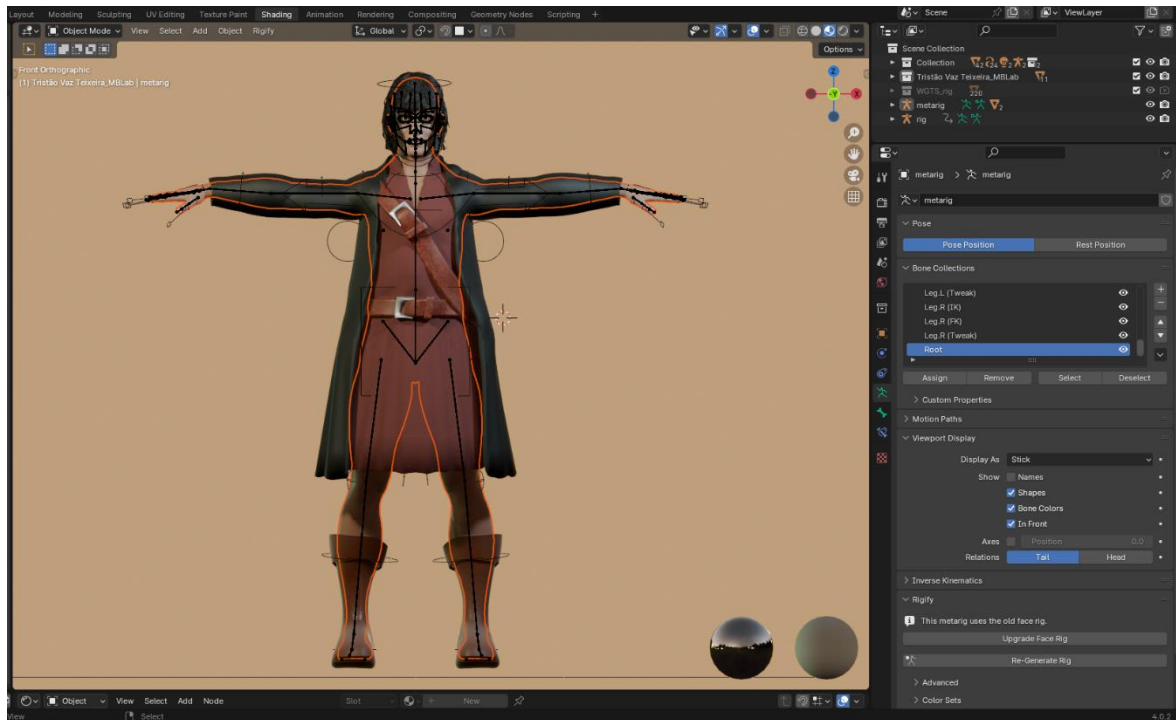


Figura 15 – Rig gerado do Rigity, inserido no corpo do personagem.

Como anteriormente mencionado no capítulo 3, inicialmente o cabelo era feito a partir de *Hair Particle* que após ter sido testado não era reconhecido em Unity. Durante a pesquisa sobre ferramentas que ajudassem criar ou gerar cabelo que fosse suportado no Unity foi encontrado o *Hair Tool*. Com este novo *addon*, para ir para a próxima etapa mais rapidamente e não perder mais tempo em algo que já tinha feito, foi usado da biblioteca, que tem varios modelos de penteados, um cabelo que fosse semelhante ao que já tinha sido criado baseado em Tristão Vaz Teixeira, depois o *grid surface* foi modificado no *Edit Mode* para ter a forma e tamanho que queria, e a seguir, no panel do *Hair System*, foi também modificado alguns valores para assim o cabelo gerado ficar parecido com o cabelo feito anteriormente (ver figura 16).

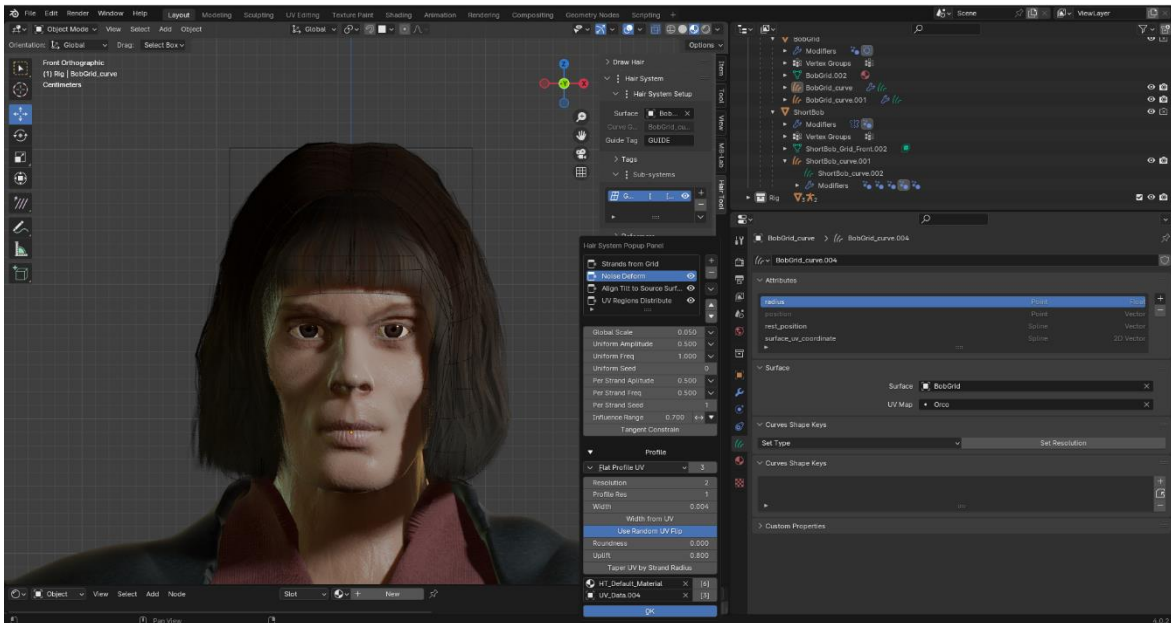


Figura 16 – Cabelo criado com auxílio do Hair Tool.

A figura 17 mostra o resultado final, o personagem já pronto para ser importado para o Unity e poder ser usado na demo criada para os utilizadores testarem e avaliarem.

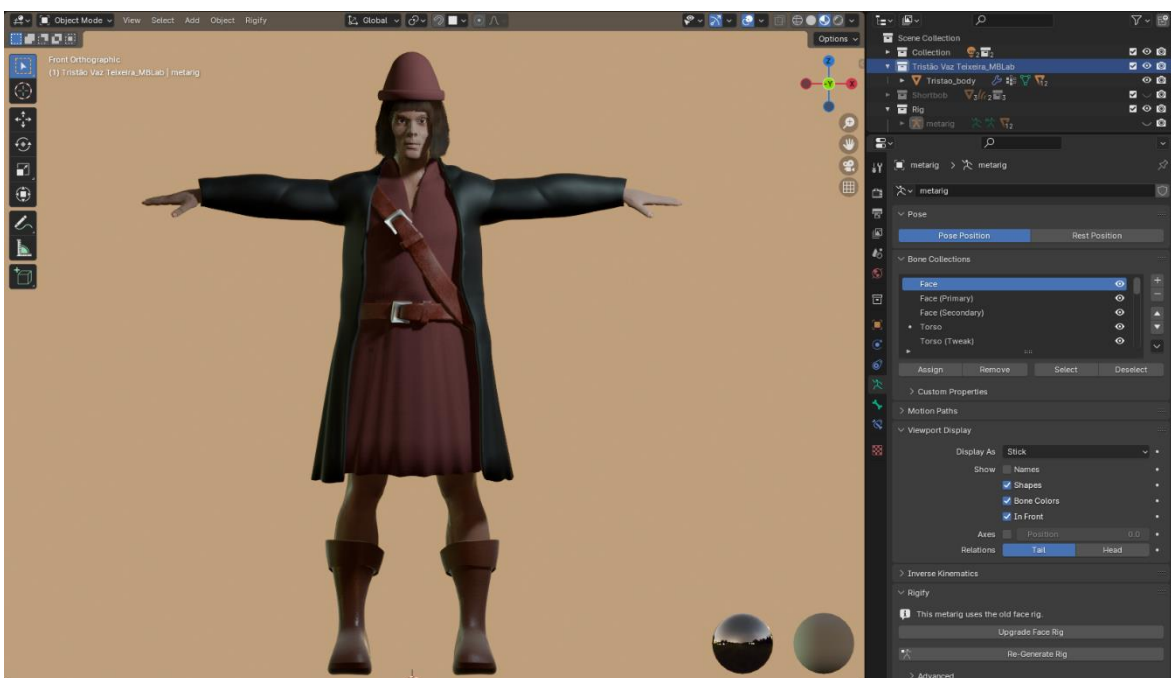


Figura 17 – Modelo final do Tristão Vaz Teixeira.

Na próxima seção irá ser documentada a criação do personagem no Inworld, preenchimento dos dados e informações importantes da vida do Tristão Vaz Teixeira encontradas durante a pesquisa, e como que este foi implementado no Unity.

4.2 Integração do plugin

Na plataforma do Inworld os utilizadores podem criar novos, modificar personagens e treina-los no *Studio* e depois estes podem ser implementadas em *engines* como Unity.

Primeiramente foi criado uma conta com plano gratuito na plataforma. Com a conta iniciada é possível visualizar o espaço de trabalho no Inword *Studio*, esse *workspace* é um local onde utilizadores podem criar, armazenar ou eliminar personagens, e é onde apresenta os personagens com as quais pode interagir, modificar e testar. O espaço de trabalho que já vem incluindo na plataforma chama-se Inworld AI Demos, onde já tem exemplos de personagens que podem conversar com utilizador, no entanto para este projeto foi criado um novo *workspace*, o qual apelidei de “Test”, especificamente para criar o perfil do personagem de Tristão Vaz Teixeira.

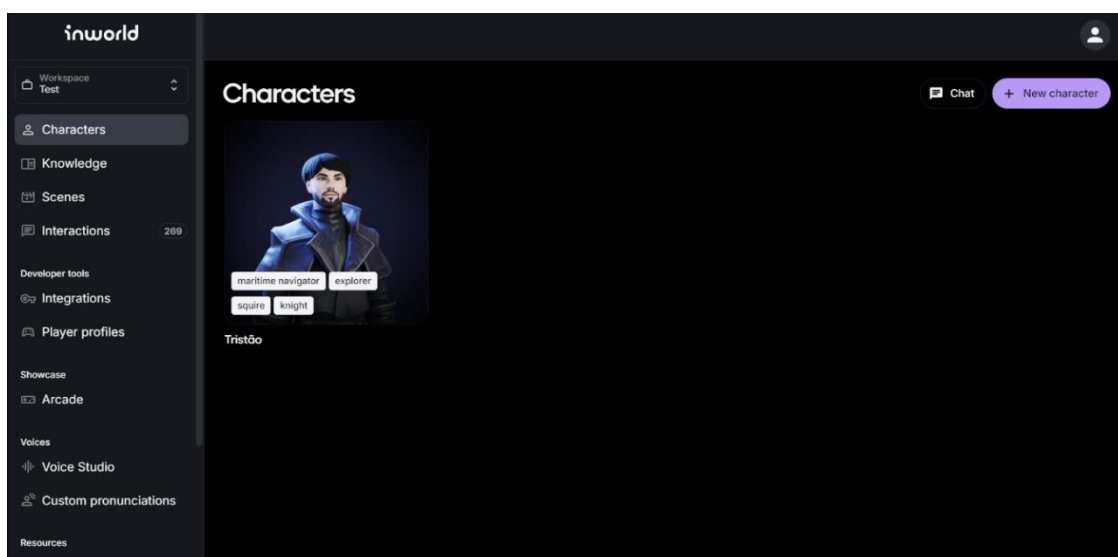


Figura 18 – Interface do Inworld Studio.

Ao criar um novo personagem, é necessário preencher a ficha técnica do *character* que pede detalhes, elementos básicos como identidade, idade, nome, pronome, descrição resumida sobre o personagem, motivações, interesses, defeitos, estilo de diálogo, a escolha de voz, customizar a voz, além que também tem opção de editar o avatar do personagem, como pode ser visto na figura 19. O Inworld utiliza o Ready Player Me para configurar o modelo 3D do personagem que irá aparecer depois da integração do Inworld no Unity, e esse avatar

criado no Ready Player Me também irá aparecer como imagem 2D no perfil do personagem na plataforma.

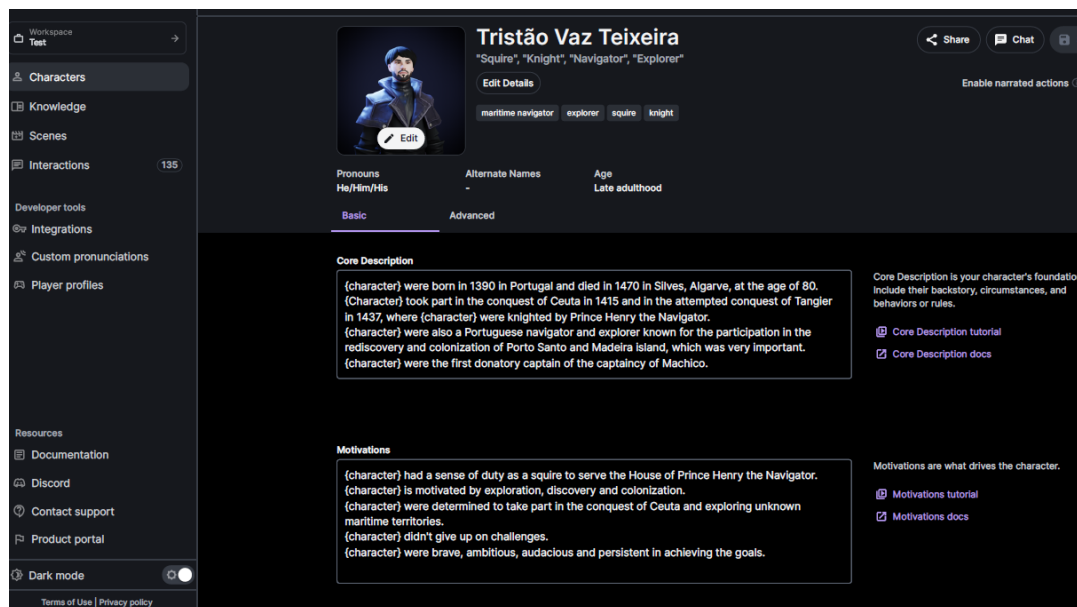


Figura 19 –Configuração de elementos básicos sobre personagem em Inworld

Por outro lado, tem a configuração avançada do personagem, conhecimento e cognição, onde é escrito informações importantes sobre a vida ou bibliografia da figura histórica, que neste caso é Tristão Vaz Teixeira; os objetivos, que permite definir eventos ou *triggers* para respostas ou perguntas específicas; as *scenes* onde é definido o ambiente e cenário; a configuração da segurança para evitar certos temas; longa memória; ativar ou desativar relacionamentos dinâmicos entre personagem e jogador ou utilizador.

Com as informações que foram recolhidas após pesquisa sobre Tristão Vaz Teixeira, as mesmas foram inseridas na ficha técnica do personagem, tal como pode ser visto na figura 19 e figura 20. No entanto como não há muita informação sobre a personalidade de Tristão Teixeira, as características, qualidades e defeitos que foram escritas na plataforma não fornecem a personalidade cem por cento fiel do mesmo. A seguinte tabela da personalidade, foi baseada nas ações históricas e fontes limitadas.

Qualidades	Defeitos
<ul style="list-style-type: none"> • Sérico; • Determinado; • Corajoso; • Audaz; • Ambicioso; • Tenaz 	<ul style="list-style-type: none"> • Rígido;

Tabela 1 – Personalidade de Tristão Vaz Teixeira

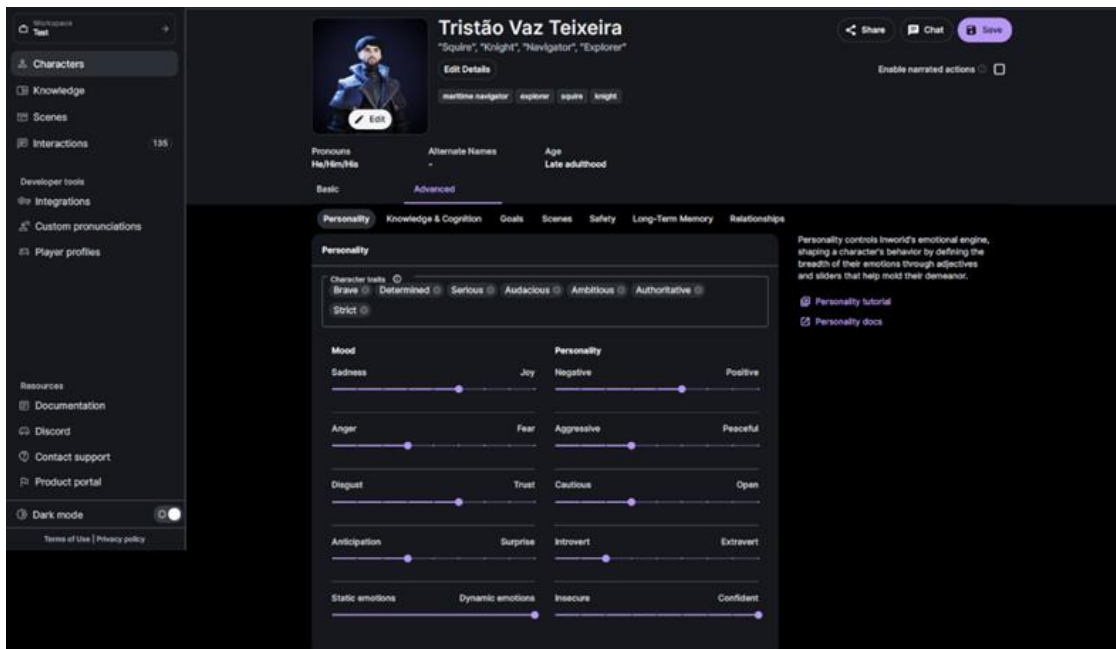


Figura 20 – Configuração de elementos avançados sobre personagem em Inworld

Após o preenchimento das informações e dados importantes sobre Tristão Vaz Teixeira no Inworld Studio, a seguinte etapa foi a integração de Inworld no Unity. Existe três formas para integrar o Inword no unity: adicionar o Inworld AI Unity SDK que está no Unity Asset Store para o “my assets”, depois usar o package manager do Unity para importar o plugin. No entanto atualmente o plugin é considerado *deprecated* no Unity Store e não está mais disponível na loja. Outra alternativa é fazer download do ZIP do plugin que está no Github, abrir o Unity, importar o Custom Package e a seguir selecionar o unitypackage; ou clonar utilizando o URL, em que tem de copiar o link disponível no github e usar o package manager do Unity para adicionar o package do Git URL para que assim fazer a importação do plugin.

Com a conta iniciada em Inworld Studio e usando o *workspace* onde foi criado o personagem de Tristão Vaz teixeira, foi acessado o Integrations que fica no separador Developer tools. Na figura 21, mostra que dentro de Integrations tem as API Keys que gerem um novo par de chaves ao clicar no botão "Generate new key" e tem o Studio Access Token que é importante para conectar Unity com o servidor e conta do Inworld.

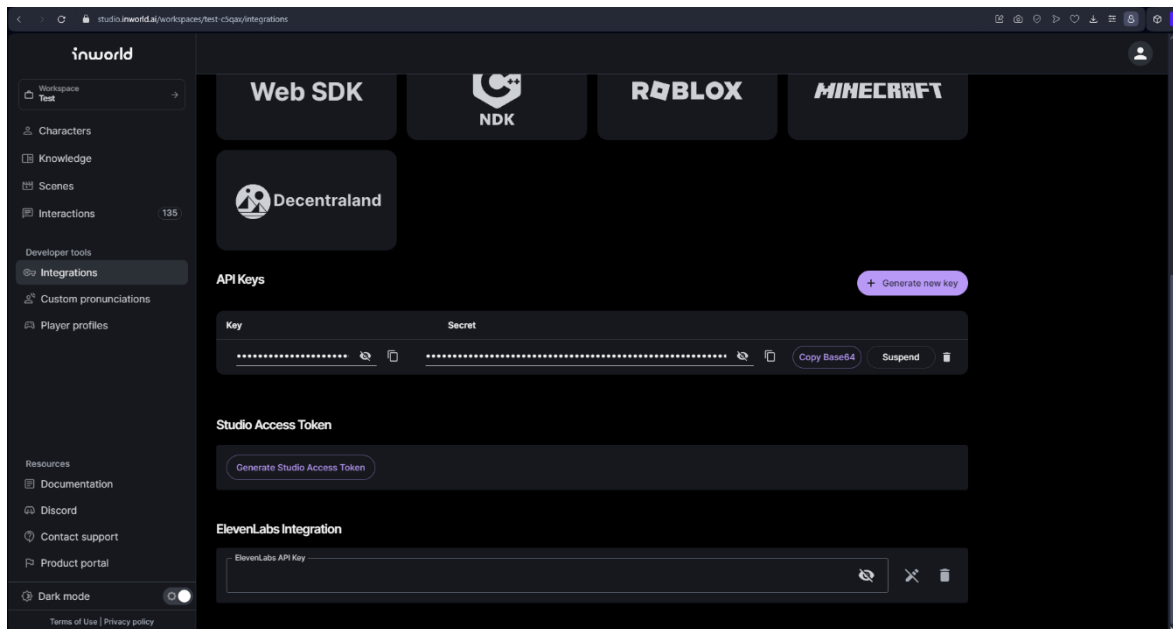


Figura 21 – Integração, API Key e Studio Access Token.

Para conseguir fazer conexão e a importação dos personagens no Unity é preciso gerar as chaves do Studio Access Token, que tal como o API Key, é secreto e não pode ser compartilhado com ninguém, e depois o token gerado foi copiado e colado no painel do Inworld Studio no unity, como pode ser observado na figura 22.



Figura 22 – Conexão com conta de Inworld no painel de Inworld Studio.

Após ser clicado o botão *connect* no painel, este conecta-se ao servidor do Inworld e à minha conta criada na plataforma. Ao estar conectada foi necessário escolher o *workspace*, a *scene*, o API Key que estão associados a conta, como pode ser visto na figura 23. O painel faz download dos dados do *workspace* escolhido, incluindo API Key e Inworld *scene*, para o Unity. Depois de clicar no botão *next*, aparece no painel o personagem de Tristão Vaz Teixeira que foi criado no meu *workspace*, o que significa que o personagem foi importado com sucesso e adicionado nos *assets* do Inworld, nos *prefabs* da pasta do UserData.

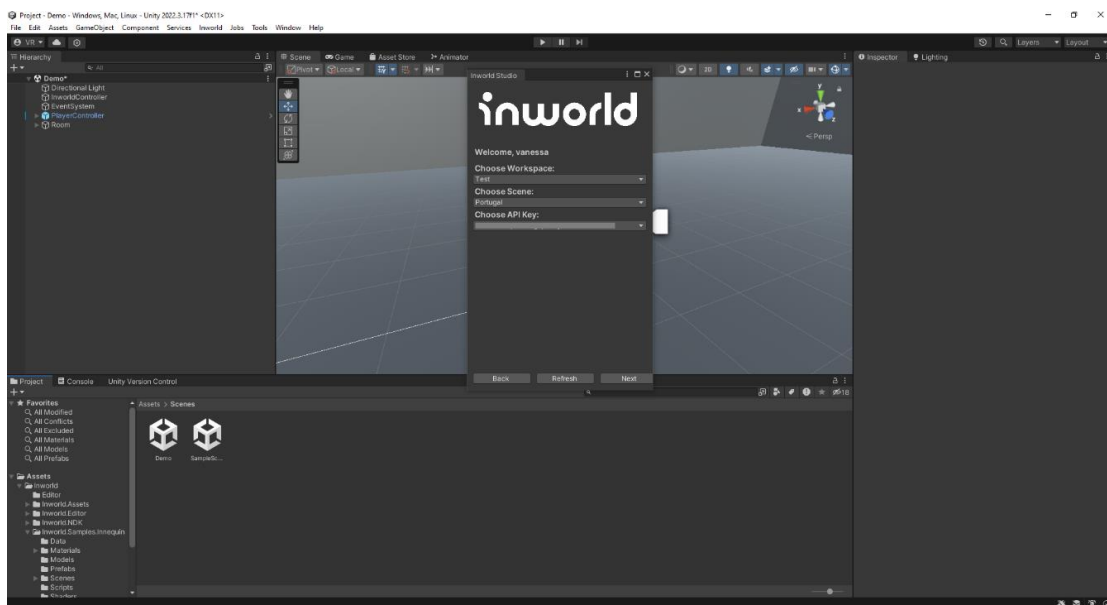


Figura 23 – Seleção do workspace, scene, e Api Key no painel.

Em UserData tem uma pasta identificada por Vanessa, sendo este o nome da minha conta de utilizador associada ao Inworld. Dentro dessa pasta contem todos os dados e *assets* transferidos depois de ter sido feita a conexão com Inworld Studio, como o avatar 3D e prefab de Tristão Vaz Teixeira, o *game data*, um ScriptableObject chamado InworldUserSetting, onde é armazenado os dados da conta de utilizador, *workspace*, *player data*, *player name*, API Key, etc.

A figura 24 apresenta a arquitetura do sistema de Inworld, onde podemos ver como funciona a comunicação entre o utilizador e o NPC através de envio de mensagem ou por reconhecimento de voz em tempo real. Este sistema utiliza o API do servidor e a inteligência generativa para criar respostas mais dinâmicas enquanto mantém consistência com narrativa, personalidade e informações inseridas na plataforma.

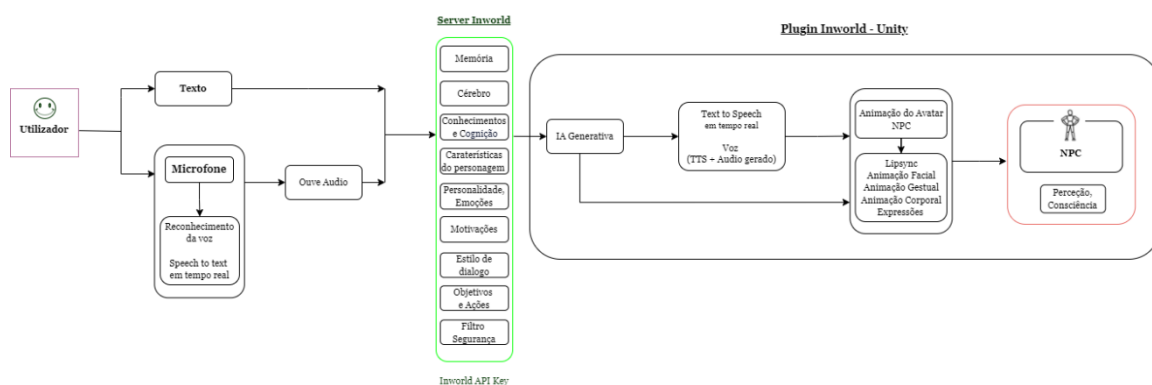


Figura 24 – Diagrama do Sistema de conversa do Inworld

De acordo com diagrama, o API do Inworld também sincroniza animações com base na personalidade do NPC, e dependendo do contexto, as interações com utilizador podem influenciar o estado de emoções do NPC, fazendo-o ficar feliz, triste, irritado, ou neutro, entre outros. Depois a resposta gerada pela IA generativa é enviada através do API para o Unity, convertida em *Text-To-Speech* utilizando a voz seleccionada na plataforma.

4.3 Demo

Para o desenvolvimento da demo foi, como mencionado anteriormente, utilizado o Unity Engine. Foi também utilizado uma das *samples scenes*, chamada Innequin Basic, que já vem incluída no pacote do plugin do Inworld e inclui *o player controller, event system, text input, Text-To-Speech, Speech-to-text, o Inworld controller*, e um modelo 3D do Inworld, chamado Innequin, com animações, lipsync, voz, consciência, personalidade, emoções, scripts, entre outros, que fazem que o personagem seja capaz de entender e responder as mensagens enviadas por utilizadores de forma dinâmica. A amostra da *scene* Innequin Basic foi duplicada de forma a não causar corrupção nos dados e o seu nome foi alterado para Demo. Na figura 25, o personagem 3D criado com Ready Player Me foi arrastado para a *hierarchy* da *scene* da Demo, eliminando o personagem que estava anteriormente na *scene*, o Innequin.

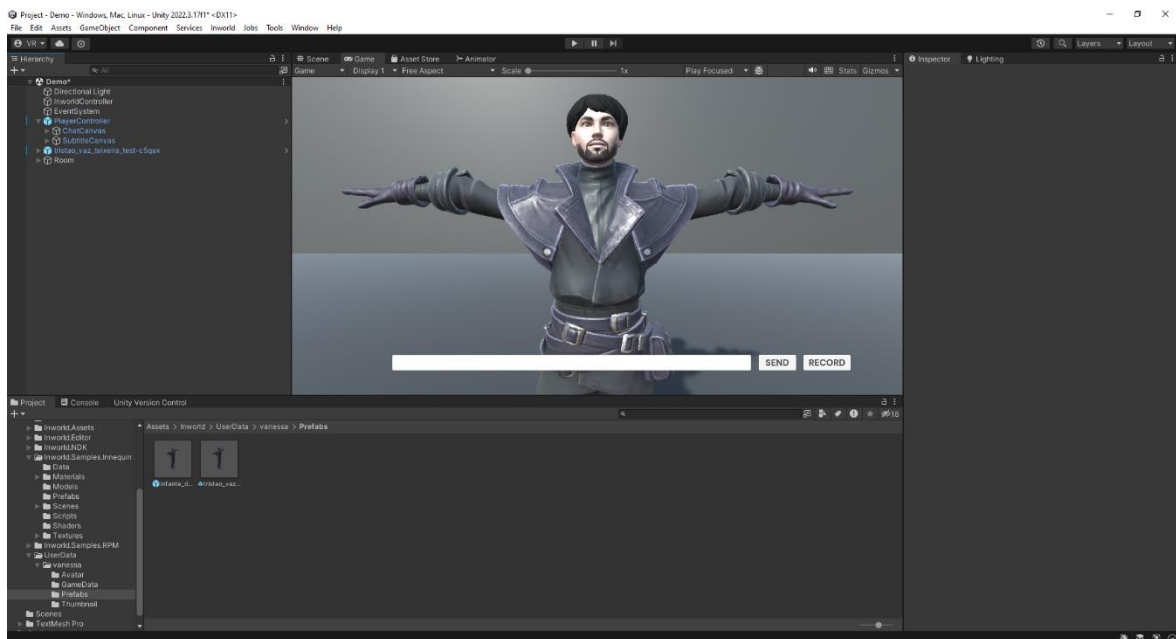


Figura 25 – Personagem de Inworld inserido na scene da demo.

Após que o personagem 3D, criado com Ready Player Me na plataforma de Inworld, foi inserido na *scene* da Demo, como é ilustrado na figura 26, uma pasta exclusiva foi criada para inserir o personagem não jogável de Tristão que foi criado no Blender. Para o cenário foi utilizado um *asset* grátis do Unity Store, chamado de Fantasy Forest Environment criado por TriForge Assets (2015).

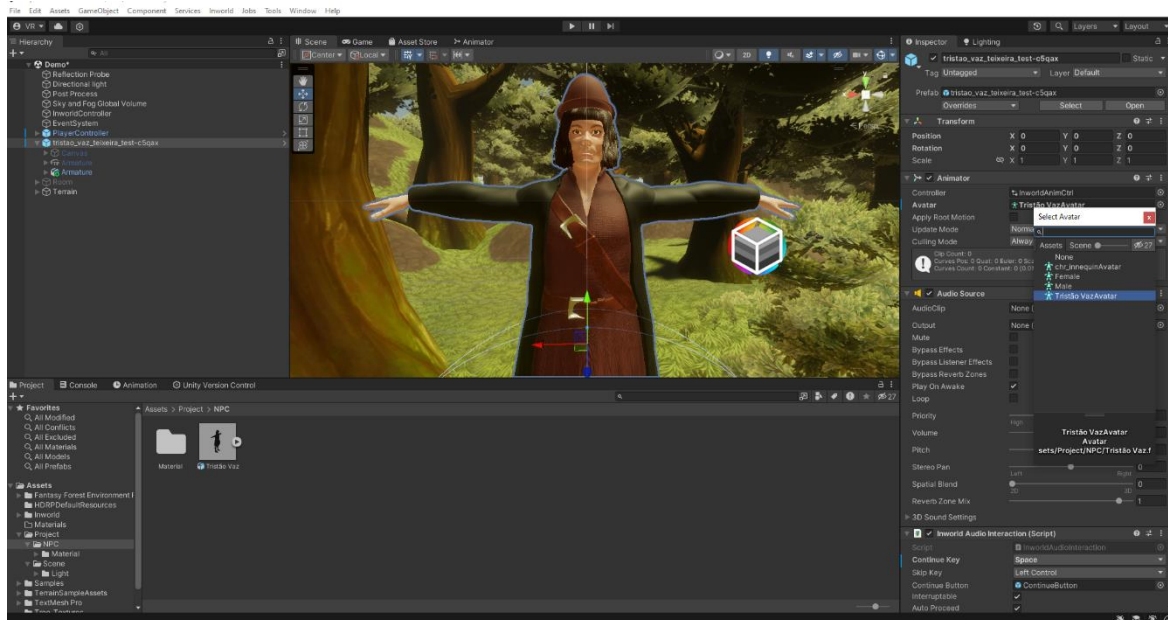


Figura 26 – Seleção e alteração do avatar do NPC no Animator.

O novo modelo importado no Unity, que inclui os *blendshapes*, foi inserido como filho do personagem 3D de Inworld que estava na *hierarchy*. A armadura do personagem foi desativada e o modelo feito no blender, que foi inserido como filho, teve o seu nome alterado para *Armature*, de forma a substituir a anterior. A seguir foi selecionado no *hierarchy* o *prefab* do personagem importado de Inworld, chamado *tristao_vaz_teixeira_test*, que tinha como avatar no *Animator* o ‘Male’ e este foi substituído pelo avatar do modelo 3D do Blender, chamado *Tristão Vaz Avatar*, de forma que a armadura do mesmo funcionasse com o *controller animator* do Inworld, onde contem as animações para corpo, gestos, facial e emoções.

Após ter sido configurado o avatar do personagem, apenas é preciso clicar no botão do play para ver o resultado. As animações incluem gestos, movimentos corporais, expressões faciais, emoções faciais e *lipsync*. Como no modelo de *Tristão Vaz* foi criado *shape keys* das *visemes*, fonemas e expressões no Blender, estas aparecem como *Blendshapes* no Unity. Por ter os mesmos nomes que as *blendshapes* já incluídas no NPC do Inworld, os scripts que estão relacionados com animação facial, incluindo animação do corpo, como *EmotionMap* e *InworldFacialEmotion*, conseguem detetar facilmente pelo nome, buscar a data armazenada do servidor, depois mapear e animar os *enums* das emoções recebidos do servidor no Unity. *LipsyncMap* funciona da mesma forma que as scripts mencionadas anteriormente, no entanto foca mais em mapear fonemas e visemes que estão associadas ao script.

No entanto para alguns dos *scripts* do Inworld serem ativados, estes têm incluído *triggers* que ativam animações com base nas interações do utilizador. Por exemplo

InworldFacialEmotion contem classes relacionadas com animação facial como MorphState que define como específicos *blendshapes* devem ser ajustados para um determinado valor quando emoção é acionada, dependendo da conversa com o NPC. MorphState tem a variável morphName onde contem os nomes de todas as *blendshapes*, e a variável morphWeight que define o valor para cada *blendshape*. Enquanto que outra classe de InworldFacialEmotion, chamada FacialAnimation, armazena dados especialmente para *mapping emotion*, e quando é ativada pelo *trigger* esta script mapeia emoções recebidas do servidor, e representa visualmente seja através de emojis ou através de MorphStates.

Além disso foi criada animação para que o NPC piscasse os olhos naturalmente ao longo da conversa. Como é observado na figura 27, foi usado o *blendshape* chamado eyesClosed, usando o valor 100 para que este ficasse com os olhos fechados e o valor zero para que voltasse a abri-los, e a animação de controlo de Unity para criar animação em *loop* dos olhos a piscar. A seguir foi feito testes com o personagem, como conversar com o mesmo. Vendo que a animações, lipsync, voz funcionam corretamente foi planejado o próximo passo.

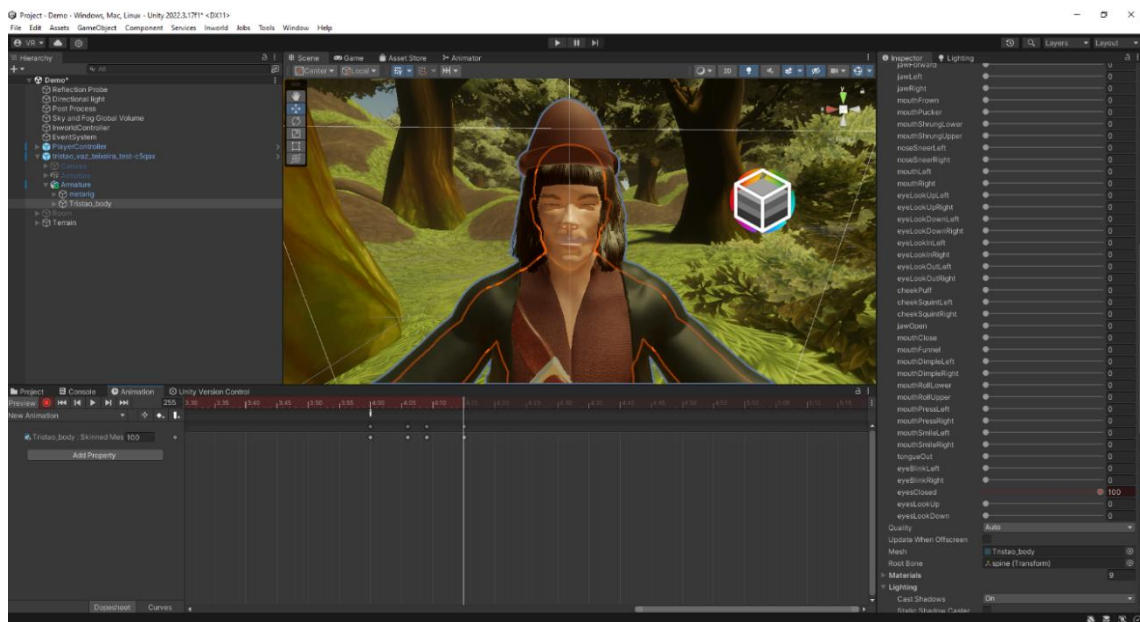


Figura 27 – Criação da animação dos olhos com blendshape.

O próximo passo foi criar uma lista de questões para os utilizadores, que iriam testar a demo, poderiam perguntar ao NPC, que representa Tristão Vaz Teixeira. As questões são sobre vida do próprio, o que descobriu, onde desembarcou, o que aconteceu em 1440, e o que fundou. No entanto, se os utilizadores quisessem poderiam perguntar outras perguntas que não estivessem incluídas na lista. Como é demonstrado pela figura 28, esta lista foi adicionada ao lado esquerdo do NPC, de forma a ajudar os alunos caso não souberem o que perguntar ao NPC. Para o utilizador conseguir conversar, fazer perguntas e responder ao

NPC, deve escrever as mensagens e enviá-las através do input box ou falar diretamente através do microfone ao manter premido o botão Record, que pode ser visto na figura 28.

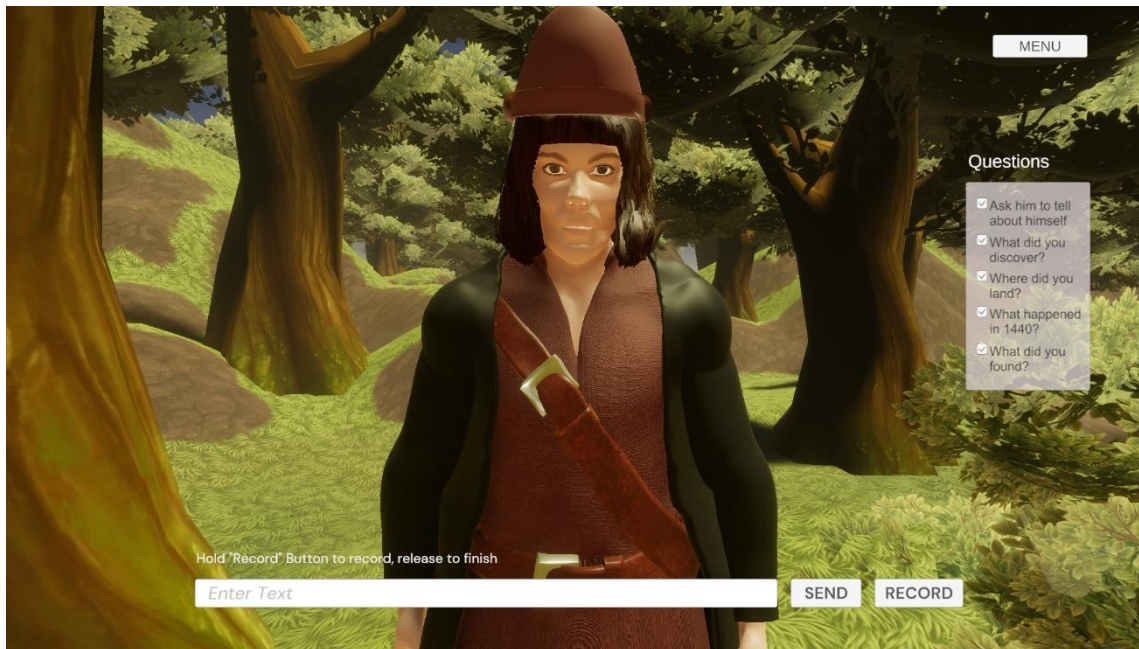


Figura 28 – Janela principal do demo com o NPC de Tristão Teixeira.

Em cima da lista de questões foi adicionada um botão do menu e criado um script em que ao clicar no botão irá pausar o jogo e aparecer na janela três opções: um botão de play, um botão de exit; e um botão de opções, tal como como mostra na figura 29. Para cada uma dessas opções foi criado um script: um script para utilizador voltar a jogar; um script para sair do jogo, e um script para alterar os gráficos.



Figura 29 – Menu Pausa

Para facilitar a compreensão do utilizador, as conversas entre o utilizador e Npc, como perguntas e a respostas, aparecem como legendas na janela da Demo. Como é mostrado na figura 30, o jogador ou utilizador após ter enviado a mensagem, esta apareceu em legenda e depois de uns segundos o NPC responde à pergunta feita, que também aparece como legenda, como pode ser visto na figura 31.

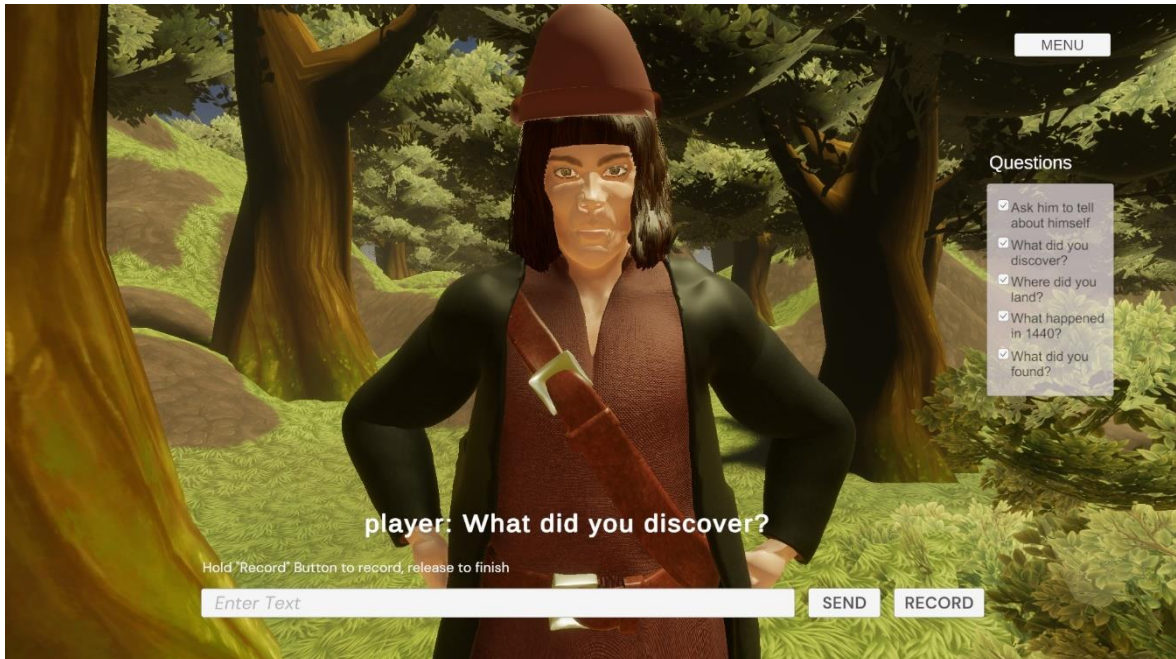


Figura 31 – Pergunta feita ao NPC.

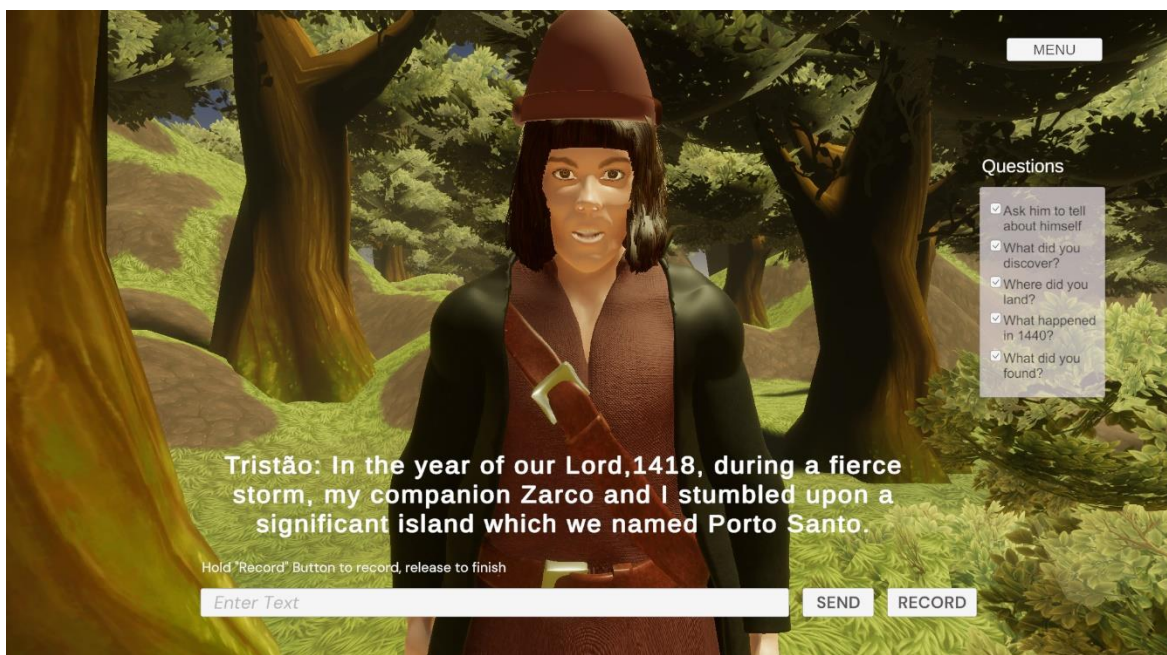


Figura 30 – Resposta do NPC à pergunta feita pelo jogador.

Como mencionado anteriormente, na secção da integração do plugin, onde é apresentado o diagrama do sistema de Inworld, dependendo do contexto e interações com utilizador, as animações são sincronizadas no Unity baseando-se na personalidade e características do NPC. No caso das animações faciais e do corpo passam a ser reproduzidas pelo NPC durante o diálogo para refletir o que está a ser dito e sentido naquele momento, como é mostrado na figura 32. Como neste momento Inworld só suporta a língua inglesa, os utilizadores só podem conversar com NPC em inglês por isso que a linguagem principal da demo é inglesa.



Figura 32 – Expressões Faciais.

Por fim foi criado o menu inicial do jogo, como pode ser visto na figura 33, que contem o *Play* para começar a jogar, a *Options*, e *Exit* para sair. No cenário é utilizado o *asset* Fantasy Forest Environment criado por TriForge Assets (2015) e o *asset* grátis da Unity Store chamado Colonial Ship criado por Nokobot (2018).



Figura 33 – Menu inicial do Demo

Testes das ferramentas IA

Os seguintes plugins foram testados e comparados para determinar o que continha melhor resposta, reação e personalidade dinâmica, de acordo com minha opinião.

4.4 Testes de comparação

Após comparar Inworld, Convai e OpenAI para a utilização de IA generativa em NPCs de videogames, a Inworld foi a que ofereceu capacidades que eu procurava para a imersão dos jogadores: emoções, gestos, personalidade e conversas mais dinâmicas. Apesar de não ter suporte a muitas linguagens o Npc responde e reage de diversas formas dependendo do contexto das conversas, demonstrando sua personalidade através das expressões faciais, movimentos corporais e pela forma como responde aos utilizadores, o que era exatamente o que procurava num plugin.

Além disso, a licença de Inworld 'API Usage', pacote que usei durante os testes, é gratuito até 5,000 API de interação, que renova todos os meses gratuitamente sem ter que pagar, caso não esgote o limite de API. A plataforma não exige pagamento antecipado por cartão de crédito e é gratuito para criar conta.

No caso de Convai, apesar de também ter opção de criar conta gratuitamente na plataforma, apenas tem 100 API diárias no pacote gratuito, sendo que o plano de licença que a plataforma recomenda, Indie Dev, os desenvolvedores têm de pagar 19 dólar por mês para ter 10000 API por mês e cada interação custa \$0.005, o que é mais caro que o Inworld que só custa 0.002 API por interação após esgotar o limite de 5,000 API.

Por outro lado, OpenAI, especialmente o modelo turbo 3.5 que testei custa por volta de \$0.50 por input de 1M tokens e \$1.50 por output de 1M tokens, apesar que criar conta é gratuita a utilização dos serviços tem um custo monetário, portanto o desenvolvedor terá de recarregar dinheiro para a plataforma para poder usufruir do API.

4.5 Questionário

A realização do questionário foi feita após os alunos testarem a Demo. O questionário foi feito no Google Forms e compartilhado o link de forma que os alunos consigam acessar facilmente através do computador e que eu consiga coletar automaticamente as avaliações e visualizar os gráficos dos resultados para cada pergunta. Este foi o guia de questionário realizado:

Olá, meu nome é Vanessa e sou estudante de mestrado de Design e Desenvolvimentos de Jogos Digitais na Universidade da Beira Interior. O foco do meu relatório de projeto é a inteligência artificial generativa de diálogos nos videojogos. Este teste é para avaliar a experiência e a interação dos alunos com um NPC (personagem não jogável), que utiliza IA (Inteligência Artificial) para gerar diálogos dinâmicos. O NPC da demo representa uma figura histórica, sendo o Tristão Vaz Teixeira.

Gostaria de agradecer a sua participação.

Por favor selecione o que melhor exprime a sua opinião e responda honestamente as perguntas após a interação com o NPC. A sua avaliação é muito importante para a melhoria da demo e para coleta de dados para o projeto.

As respostas serão anónimas.

1) Qual seu gênero?

Masculino

Feminino

Outro

System Usability Scale	Discordo totalmente	Discordo um pouco	Neutro	Concordo um pouco	Concordo totalmente
	1	2	3	4	5
1. Eu acho que voltaria a conversar com o NPC					
2. Eu achei a demo desnecessariamente complexa.					
3. Eu achei fácil de usar.					
4. Eu precisei de ajuda para aprender a como conversar com o NPC.					

5. Eu achei o diálogo com o NPC natural e coerente nas suas respostas.					
6. Eu acho que o NPC apresentou inconsistência em momentos históricos.					
7. Eu acho que utilizadores aprenderiam rapidamente a interagir com o NPC sem precisar de ajuda.					
8. Eu achei confuso de usar.					
9. Eu me senti confiante ao interagir com o NPC.					
10. Eu não acho boa ideia a inteligência artificial ser usada como ferramenta para criar diálogos mais dinâmicos e imersivos em videojogos.					

Tabela 2 – System Usability Scale

As próximas questões são de múltipla escolha, sendo que duas de resposta livre não são obrigatórios a resposta dos alunos.

1) Achou o diálogo com o NPC interessante?

Sim

Não

2) Recomendaria esta demo a outras pessoas?

Sim

Não

Talvez

3) Gostaria de jogar mais jogos educativos semelhantes no futuro?

Sim

Não

Talvez

4) Achou que as conversas em inglês foram claras e fáceis de compreender?

Sim

Não

5) Já conversou antes com *chatbots*?

Sim

Não

Talvez

6) Já conhecia sobre Tristão Vaz Teixeira antes de fazer o teste?

Sim

Não

7) Acha que aprendeu algo novo sobre Tristão Vaz Teixeira depois que conversou com o mesmo?

Sim

Não

8) Houve algum momento em que o NPC foi desrespeitoso, pediu informações muito pessoais, ou ofendeu o utilizador?

Sim

Não

9) Acha que a IA pode ajudar a tornar o aprendizado nas aulas de história mais divertido e interativo?

Sim

Não

Talvez

10) Após testar a demo, o que considerou mais negativo? (resposta livre)

11) Após testar a demo, o que considerou mais positivo? (resposta livre)

4.5.1 Resultado final

No dia 29 de maio, o Tristão Vaz Teixeira Demo foi testado na Escola Básica e Secundária de Machico, na Ilha da Madeira, com a turma três do 10^o ano. No total 16 alunos testaram o demo, em que 11 identificaram-se feminino e 5 masculino.

Após testar a demo, o que consideraram mais negativo foi o só ter em língua inglês, que deveria ter diversas línguas além do inglês, e o facto de que acontecia um bug em que certa altura vários alunos não conseguiam mais enviar as suas perguntas e respostas para o NPC, o botão ‘send’ deixava de funcionar, e a única solução era fechar e abrir o jogo para conseguirem voltar a falar com o mesmo. Quando testei apenas com um individuo não aconteceu este erro, portanto penso que ficou supercarregado ao ter de ser usado por muitos utilizadores ao mesmo tempo.

O que consideraram mais positivo foi forma que passa as informações, muito claro nas suas respostas, tornando mais fácil a aprendizagem. Acharam divertido e interessante conversar com NPC, descobrir mais sobre a história do mesmo, e facto de aprenderem com a inteligência artificial através do diálogo com um NPC. Gostaram dos gráficos e da forma como o NPC se movimentava e se expressava, o menu do jogo estar bem elaborado e as letras bem legíveis, as respostas dadas eram muito bem formuladas, completas e complexas, além que ensina de forma clara, com vocabulário simples e tornou divertido a aprendizagem. Estas qualidades deram uma melhor experiência de jogo aos alunos.

O método que usei para o questionamento foi SUS, System Usability Scale, que consiste de 10 perguntas em que para cada uma delas o utilizador terá de seleccionar a resposta numa escala de 1 a 5, onde 1 significa Discordo Completamente, 3 significa neutro e 5 significa Concordo Completamente. Estes são gráficos dos resultados obtidos para as questões baseadas no SUS:

1.

Eu achei a demo muito complexa.

16 respostas

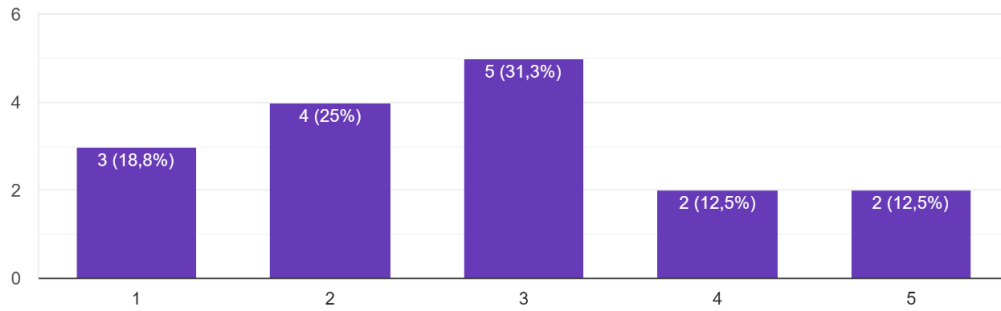


Figura 34 – Gráfico da questão 1.

2.

Eu achei Demo confusa de usar.

16 respostas

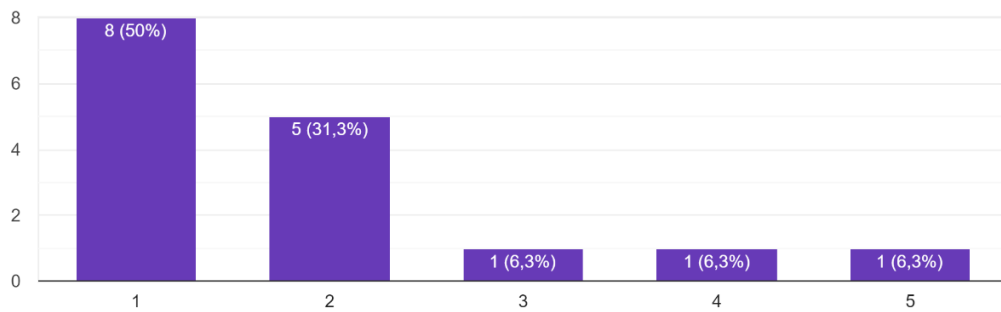


Figura 35 – Gráfico da questão 2.

3.

Eu achei Demo fácil de usar.

16 respostas

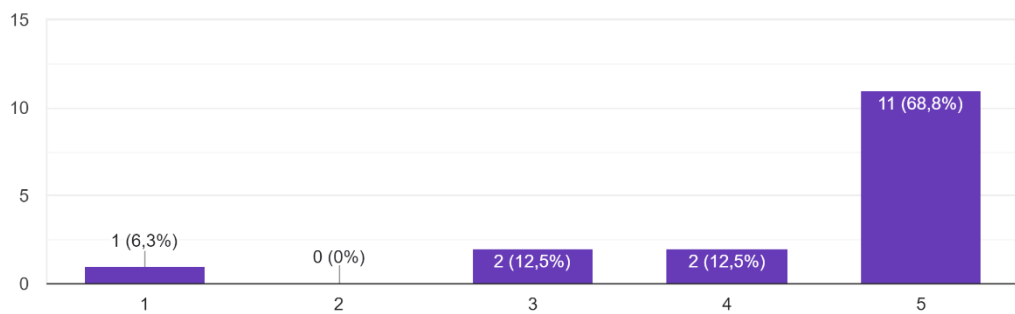


Figura 36 – Gráfico da questão 3.

4.

Eu precisei de ajuda para aprender a como conversar com o NPC

16 respostas

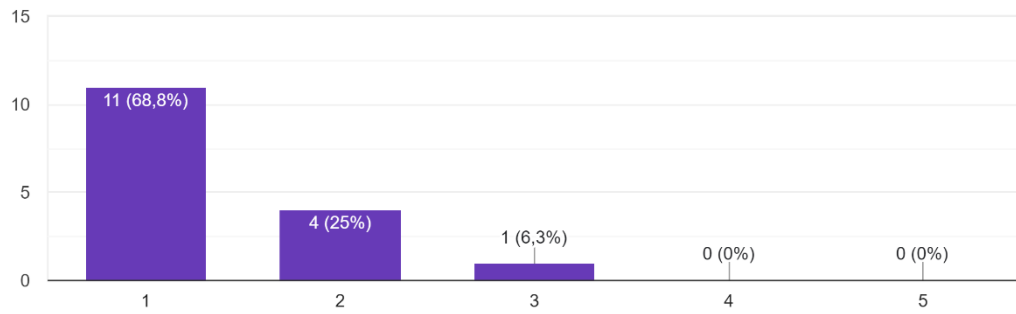


Figura 37 – Gráfico da questão 4.

5.

Eu me senti confiante ao interagir com o NPC.

16 respostas

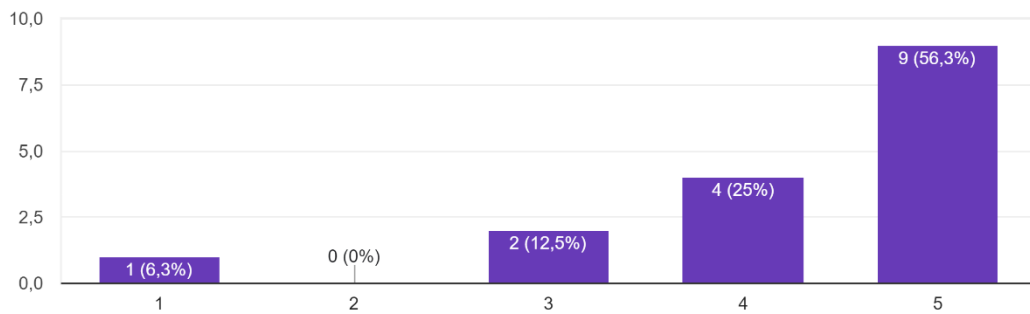


Figura 38 – Gráfico da questão 5.

6.

Eu acho que usuários aprenderiam rapidamente a interagir com o NPC sem precisar de ajuda.

16 respostas

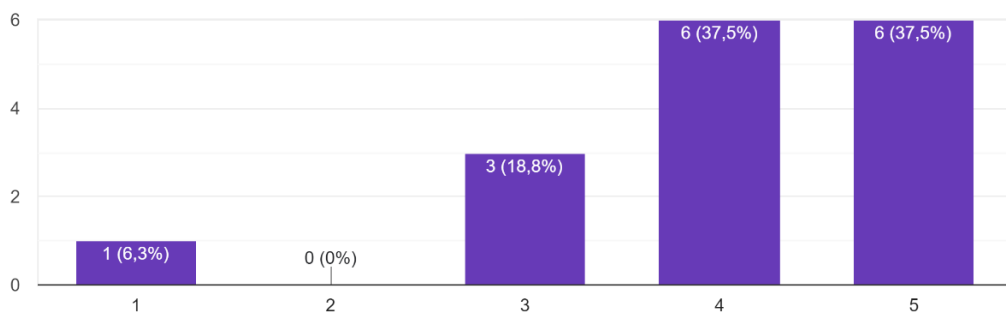


Figura 39 – Gráfico da questão 6.

7.

Eu achei o diálogo com o NPC natural e coerente nas suas respostas.

16 respostas

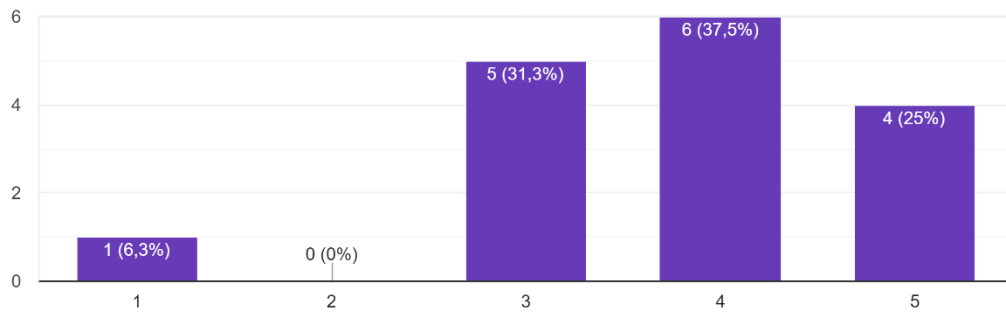


Figura 40 – Gráfico da questão 7.

8.

Eu acho que o NPC apresentou inconsistência em momentos históricos.

16 respostas

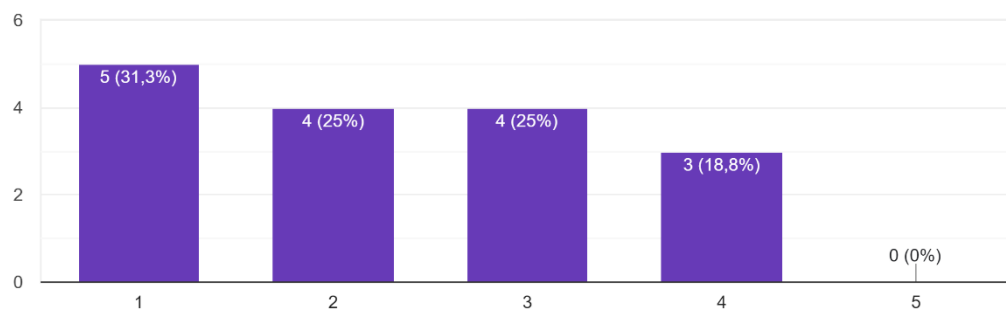


Figura 41 – Gráfico da questão 8.

9.

Eu acho que voltaria a conversar com o NPC

16 respostas

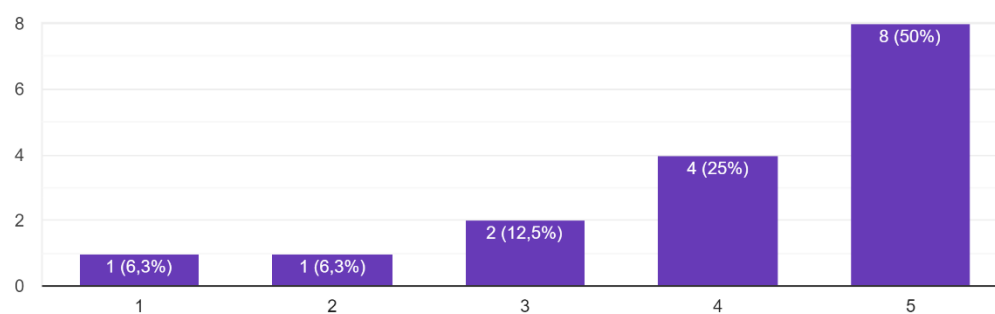


Figura 42 – Gráfico da questão 9.

10.

Eu acho boa ideia a inteligência artificial ser usada como ferramenta para criar diálogos mais dinâmicos e imersivos em videogames.

16 respostas

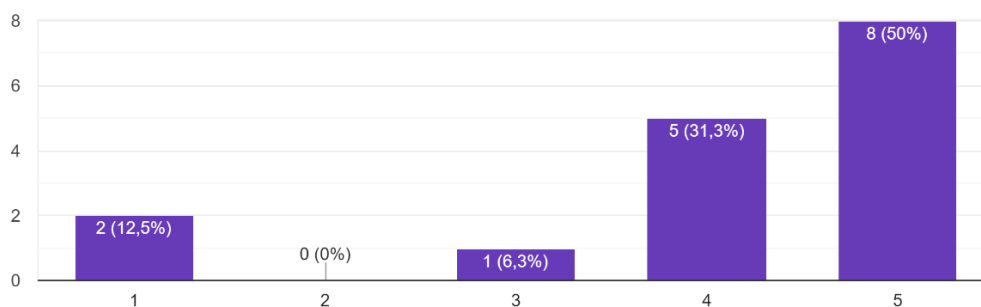


Figura 43 – Gráfico da questão 10.

Inicialmente a questão 10 estava afirmativa, mas deveria ter sido negativa, portanto após obter avaliação dos alunos, os resultados da questão 10 foram invertidos para os cálculos darem certo. A tabela 3 tem o cálculo do *System Usability Scale* (SUS), de acordo com John Brooke (1995). O resultado final do SUS é de 75,46% o que é muito bom para a usabilidade do demo.

SUS Resultado	Discorda Totalmente	Discorda um pouco	Neutro	Concorda um pouco	Concorda totalmente	Soma das Q.
	1	2	3	4	5	
Q1	1	1	2	4	8	4.0625
Q2	3	4	5	2	2	2.75
Q3	1	0	2	2	11	4.375
Q4	11	4	1	0	0	1.375
Q5	1	0	5	6	4	3.75
Q6	5	4	4	3	0	2.3125
Q7	1	0	3	6	6	4
Q8	8	5	1	1	1	1.875
Q9	1	0	2	4	9	1.9375
Q10	8	5	1	0	2	1.9375
					Total SUS	75.46%

Tabela 3 – Cálculo total do SUS

A seguir das 10 questões foi adicionado mais 9 questões de múltipla escolha. Resumidamente o resultado foi: 100% acharam o diálogo com o NPC interessante; 81,3% recomendaria a demo a outras pessoas; 68,8% gostaria de jogar mais jogos educativos semelhantes no futuro; 68,8% achou que as conversas em inglês foram claras e fáceis de compreender enquanto que 31,3% achou que não; 50% dos alunos já conversou com *chatbots*, 37,5% nunca conversou com um, e 12,5 talvez já conversaram; 98,8% já conhecia sobre Tristão Vaz Teixeira antes de fazer o teste; 87,8% achou que aprendeu algo novo sobre Tristão Vaz Teixeira depois que conversou com o mesmo; 81,3% não achou que o NPC foi desrespeitoso, pediu informações muito pessoais, ou ofendeu o utilizador; 81,3% acha que a IA pode ajudar a tornar o aprendizado nas aulas de história mais divertido e interativo e 12,5% respondeu talvez. Na figura 44, mostra os gráficos dos resultados mencionados.

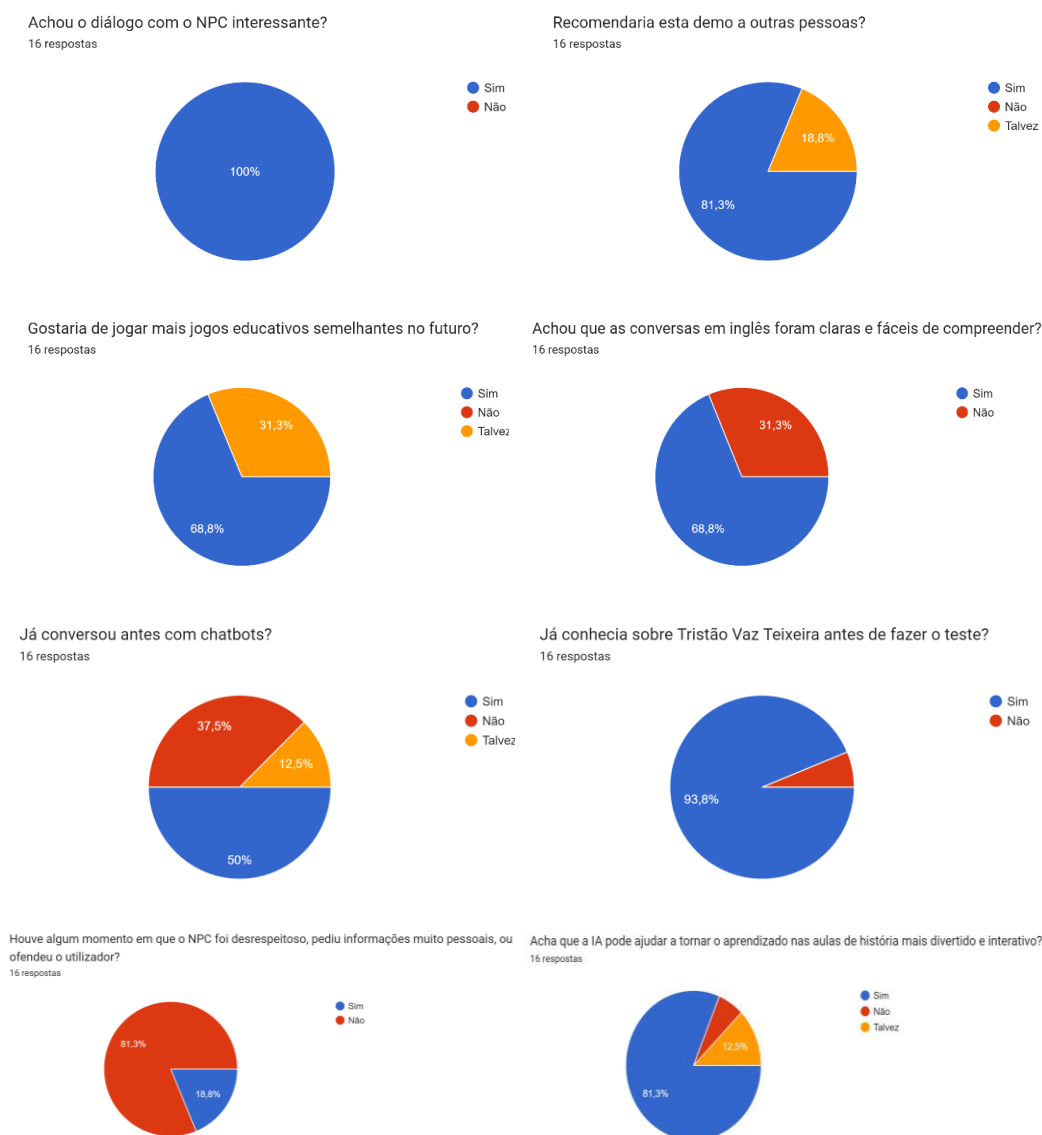


Figura 44 – Gráficos com resultados das perguntas de múltipla escolha.

5 Conclusão

O desenvolvimento deste projeto permitiu-me perceber como usar as ferramentas de inteligência artificial generativa para a criação de diálogos com personagens virtuais (i.e., NPCs). Foram testadas várias ferramentas de IA generativa como o Convai, Inworld e Open AI, mas optou-se pelo Inworld porque este demonstrou dar mais personalidade ao NPC através de expressões faciais e gestos corporais, além da dinâmica nas suas respostas.

O demo desenvolvido foi sobre Tristão Vaz Teixeira, um dos navegadores importantes que redescobriu a ilha da madeira e capitão donatário da minha cidade natal, Machico. Este foi testado por um conjunto de alunos do 10º, na disciplina de História, que demonstraram muito interesse durante os testes apesar de alguns problemas que apareceram relacionados com muitos utilizadores a usar os serviços do Inworld ao mesmo tempo, através da ligação à Internet.

Os resultados demonstraram que a inteligência artificial generativa para a criação de diálogos pode ser uma ferramenta essencial para uma aprendizagem mais interativa e divertida para os alunos, além de poder complementar e enriquecer as aulas de história e incentivar os alunos a aprender.

A IA generativa nos diálogos pode contribuir para a aprendizagem na área de educação, especialmente na disciplina de história, ao criar experiências mais interativas e divertidas, em que os alunos não apenas aprendem e memorizam fatos, mas podem entender o contexto histórico, cultural e social por meio de interações com um NPC, que representa uma figura histórica.

O NPC também pode servir como tutor virtual, em que pode auxiliar e fornecer respostas mais detalhadas ou simples sobre sua vida e contexto histórico. Os alunos podem interagir diretamente com o NPC, como se estivessem conversando diretamente com a figura histórica. Por exemplo, os alunos podem entrevistar Tristão Vaz Teixeira e perguntar sobre sua vida, descobertas, entre outros fatos importantes.

Os professores podem avaliar o progresso e conhecimento dos alunos sobre a história ao recolherem o feedback dos alunos após interagirem com a IA generativa. Com os resultados, os professores podem ajustar os métodos de ensino de acordo com as necessidades dos alunos.

Esta abordagem pode claramente ser aplicada noutras áreas como é o caso dos videojogos para diálogos como NPCs, evitando a necessidade de ter os diálogos todos pré-escritos e tornando os videojogos menos repetitivos no que diz respeito aos diálogos.

Este projeto deu origem a uma publicação científica, intitulada “Learning through dialogues with NPCs using generative AI”, que será apresentada na International Conference on Graphics and Interaction (ICGI’24) que se realizará em Vila Real, Portugal de 7 a 8 de novembro 2024. O demo, chamado Tristão Vaz Teixeira Demo, foi publicado no Itch.io¹ onde o download do mesmo está público para o caso de outros utilizadores o quiserem testar.

5.1 Trabalho futuro

Seria interessante fazer um jogo completo com mais NPCs que representam figuras históricas de Portugal, com quem os utilizadores poderiam conversar e aprender. Por exemplo, um jogo de aventuras sobre os descobrimentos portugueses em que jogador tem de navegar pelos mares ou simplesmente caminhar pela terra para outros lugares para encontrar os NPCs para interagir e descobrir a história.

Também seria importante encontrar uma forma de traduzir as conversas para mais línguas, para que mais pessoas possam estar incluídas e imersas nas conversas. Esta foi uma das limitações do plugin usado, mas o outro plugin já o permite fazer para diversas línguas, contudo este em termos de expressões faciais era mais limitado, por isso não foi o escolhido.

Além disso, também iria tentar resolver os problemas que foram mencionados nas críticas dos alunos, como: encontrar uma forma para que um grupo maior de utilizadores conseguissem conversar com NPC em tempo real ao mesmo tempo, sem dar problema de limite de acesso e envio de mensagens ao servidor.

Se tivesse mais tempo, também gostaria de ter testado melhor os três plugins com os utilizadores, em vez de ter só testado com um, o Inworld AI. Por não ter muito tempo, os testes realizados com os três plugins foram baseados apenas na minha opinião.

¹ <https://vanessacr.itch.io/demotristaoteixeira/>

Bibliografia

Arora, S., Batra, K., & Singh, S. (2013). Dialogue System: A Brief Review. ArXiv.org. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1306.4134>

AWS. (n.d.). O que é IA conversacional? – Explicação sobre chatbots de IA conversacional. Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/pt/what-is/conversational-ai/>

Blender Foundation. (2019). blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software. Blender.org. <https://www.blender.org/>

Brooke, J. (1995). SUS: a Quick and Dirty Usability Scale. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale

Burnes, A. (2023, 8 Maio). Introducing NVIDIA ACE For Games - Spark Life Into Virtual Characters With Generative AI. NVIDIA. Disponível em: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/news/nvidia-ace-for-games-generative-ai-npcs/>

Carta de doação da Capitania de Machico feita pelo Infante Don Henrique a Tristão Vaz Teixeira. (1440, 8 de Maio). Disponível em https://mercadoquinhentista.com/wp-content/uploads/2018/02/carta_de_doacao_pb.pdf

Convai Technologies Inc. Conversational AI for Virtual Worlds. Convai. Acedido em fevereiro 2024, <https://www.convai.com/>

Convai, (2023). NPC AI Engine - Dialog, actions, voice and lipsync – Convai. Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/publishers/73549>

Duque-Pereira, I. S., & Moura, S. A. (2023). Compreendendo a Inteligência Artificial Generativa na perspectiva da língua. SciELOPreprints. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.7077>, <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/7077/13284>.

Eanes, Z. G. (1841). Chronica do Descobrimento e Conquisita de Guiné. Internet Archive. <https://archive.org/details/chronicadodesco00zuragoog/page/n387/mode/2up>

Ferreira, D., Dias, P. (2016). História de Portugal: O que todos precisamos de saber. https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/3381604/CHAM_Paulo_Dias_Fiogo_Ferreira_embargo_18_meses.pdf

Frutuoso, G. (1873). As Saudades da terra. In Internet Archive. Funchal, Typ. Funchalense. <https://archive.org/details/assaudadesdater00azevgoog/page/16/mode/2up>

Gadelha, I. A. (2023). Segurança na Inteligência Artificial por meio de etapas de qualidade de dados de insumo. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 08, Ed. 12, Vol. 02, pp. 24-38. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ciencia-da-computacao/dados-de-insumo>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/ciencia-da-computacao/dados-de-insumo

Google Cloud (n.d.). What is conversational AI: examples and benefits. <https://cloud.google.com/conversational-ai>

Gonçalves, B. (2023). The Turing Test is a Thought Experiment. Minds & Machines 33, 1–31. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11023-022-09616-8>

Gozaló-Brizuela, R., & Garrido-Merchán, E. C. (2023). A survey of Generative AI Applications. ArXiv.org. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.02781>

Hair Tool for Blender. (n.d.). Gumroad. Obtido em abril de 2024 no <https://bartoszstyperek.gumroad.com/l/hairtool>

Inworld. AI NPC Engine v3 - Dialogue & Behavior for Unity - Inworld. Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/packages/tools/behavior-ai/ai-npc-engine-v3-dialogue-behavior-for-unity-inworld-229406>

Inworld AI. GitHub. [inworld-ai/inworld-unity-full](https://github.com/inworld-ai/inworld-unity-full). Unity SDK for Inworld.ai. <https://github.com/inworld-ai/inworld-unity-full>

Inworld AI. The developer platform for AI characters & AI NPCs. Inworld.ai. Acedido em fevereiro 2024, <https://inworld.ai/>

Inworld, T. (2023). AI NPCs and the future of gaming. Inworld.ai. <https://inworld.ai/blog/ai-npcs-and-the-future-of-video-games>

Inworld, T. (2023). Unscripted AI NPCs in a first-of-its-kind Unreal Engine demo. Inworld.ai. <https://inworld.ai/blog/origins-unreal-engine-demo>

Johnson, S. (2023). AI now lets you have real conversations with NPCs in video games. Freethink. <https://www.freethink.com/robots-ai/ai-npc-voice-conversations>

Martin, S. (2024, 18 de Março). NVIDIA Brings Generative AI for Digital Humans, New RTX Technologies and More DLSS 3.5 Games to GDC. NVIDIA Blog. <https://blogs.nvidia.com/blog/generative-ai-digital-humans-rtx-dlss-gdc/>

MB-Lab. (n.d.). Mb-Lab-Community.github.io. Obtido em <https://mb-lab-community.github.io/MB-Lab.github.io/>

McCarthy, J. (2017). What is Artificial Intelligence? Computer Science Department, Stanford University. Stanford, CA 94305. Disponível em <http://www-formal.stanford.edu/jmc/>

McTear, M. (2021). Conversational AI: Dialogue systems, conversational agents, and chatbots. Morgan & Claypool Publishers. Disponível em <https://doi.org/10.2200/S01060ED1V01Y202010HLT048>

Mercado Quinhentista de Machico. (2018, 3 de Maio). Enquadramento histórico. <https://mercadoquinhentista.com/2018-2/enquadramento-historico/>

Moura, M. V. (2023). A Inteligência Artificial Generativa como autora de invenções patenteáveis: um estudo analítico do “Caso Dabus”. Disponível em <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/37dcf501-236c-40ed-8994-aec42ef6d204>

Nokobot, (2018, 28 de Março). Colonial Ship. Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/historic/colonial-ship-70472#releases>

Novak, J. (2012). Game Development Essentials: An Introduction. 3º Edição. Delmar, Cengage Learning.

Pinar Saygin, A., Cicekli, I., & Akman, V. (2000). Turing Test: 50 Years Later. Minds and Machines 10, 463–518. <https://doi.org/10.1023/A:1011288000451>

Quill, T. A. D. (2024, 5 de Fevereiro). Beyond Traditional Play: The Transformative Impact of Generative AI in Gaming. Medium. <https://medium.com/@DigitalQuill.ai/comparative-analysis-traditional-ai-generative-ai-in-the-game-industry-39144dbeob67>

Rauch, J. (2024). smokejhon/SKkeeper. GitHub. Obtido em <https://github.com/smokejohn/SKkeeper>

Ridley, J. (2024, 9 de Janeiro). I spoke to an Nvidia AI-powered NPC about his ramen and his responses were frighteningly good. PC Gamer. <https://www.pcgamer.com/i-spoke-to-an-nvidia-ai-powered-npc-about-his-ramen-and-his-responses-were-frighteningly-good/>

Rodrigues, V. & Silva, F. (2024). “Learning through dialogues with NPCs using generative AI”. To appear in proceedings of the International Conference on Graphics and Interaction 2024, Vila Real, Portugal de 7 a 8 de novembro 2024.

Rouse III, R. (2001). Game Design: Theory & Practice. Wordware Publishing, Inc.

Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3^o Edição. Pearson.

Schwab, B. (2009). AI Game Engine Programming. 2^o Edição. Course Technology, Cengage Learning.

Sousa, E., Gaspar, E., & Spínola, H. (2001). Roteiro Cultural - Concelho de Machico - Ilha da Madeira. Câmara Municipal de Machico.

Takahashi, D. (2023) Replica unveils AI-powered smart NPCs for Unreal Engine. VentureBeat. <https://venturebeat.com/games/replica-unveils-ai-powered-smart-npcs-for-unreal-engine/>

Teixeira, M. R. (1991). “Tristão Vaz Teixeira, Quem Era?”, in *Isleña 8*, Funchal, DRAC. Disponível online em https://mercadoquinhentista.com/wp-content/uploads/2018/02/tristao_quem_era_rt.pdf

Thompson, T. (2023). Analysing the AI of Inworld’s “Origins” Demo. Disponível em: <https://www.aiandgames.com/p/analysing-the-ai-of-inworlds-origins>

TriForge Assets (2015). Fantasy Forest Environment - Free Demo. (2016). Unity Asset Store. <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/fantasy/fantasy-forest-environment-free-demo-35361#releases>

Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/mind/lix.236.433>

Unity Technologies. Plataforma de desenvolvimento em tempo real do Unity | 3D, 2D VR e Engine AR. Unity.com. <https://unity.com/pt>

Yu, N. (2024). NVIDIA & Inworld AI demo on-device capabilities at Computex. Inworld.ai. Acedido em junho de 2024, em <https://inworld.ai/blog/nvidia-inworld-ai-demo-on-device-capabilities>