

DM

Musiquence Toolset Um conjunto de ferramentas de IA para Musiquence

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Pedro Pestana Cupido
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

outubro | 2024

Musiquence Toolset
Um conjunto de ferramentas de IA para Musiquence
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

João Pedro Pestana Cupido
MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

ORIENTAÇÃO
Luís Duarte Andrade Ferreira

COORIENTAÇÃO
Sergi Bermúdez i Badia



FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E DA ENGENHARIA

MESTRADO EM ENGENHARIA INFORMÁTICA

Musiquence Toolset: um conjunto de ferramentas de IA para Musiquence

João Pedro Pestana Cupido

Orientado por:

Luís Duarte Andrade Ferreira

Sergi Bermúdez i Badia

Constituição do júri de provas públicas:

Nome completo (categoria), Presidente

Nome completo (categoria), Vogal

21 de fevereiro de 2025

Resumo

As terapias, especialmente as de estimulação cognitiva e as de reminiscência, têm como objetivo melhorar a qualidade de vida de um indivíduo, assim como melhorar as funções cognitivas e sociais, através do uso de diversas ferramentas. Devido ao progresso tecnológico, incluindo a inteligência artificial, houve uma revolução na aplicação destas ferramentas. Esta evolução influenciou vários setores, incluindo a medicina e as artes, podendo até fazer diagnósticos com maior precisão e gerar conteúdos de forma personalizada. Com o Toolset, a integração da inteligência artificial na ferramenta Musiquence vai permitir aos utilizadores uma experiência mais facilitada no processo de estimulação cognitiva e de inserção e utilização de conteúdos como recordações para estimular a memória dos indivíduos com demência. Assim, este documento aborda o state-of-the-art, assim como as características e as funcionalidades mais relevantes. Adicionalmente, também apresenta protótipos preliminares desenvolvidos, a implementação e execução dos testes de usabilidade e, consequentemente, a análise dos resultados obtidos, e uma retrospectiva geral na implementação de um conjunto de sistemas para a Musiquence com recurso a inteligência artificial.

Keywords: estimulação cognitiva · inteligência artificial · gerador de imagens · Musiquence · terapia de reminiscência · demência

Abstract

Therapies, especially cognitive stimulation and reminiscence therapies, aim to improve an individual's quality of life, as well as improve cognitive and social functions, through the use of various tools. Due to technological progress, including artificial intelligence, there has been a revolution in the application of these tools. This evolution has influenced several sectors, including medicine and the arts, and can even make diagnoses with greater precision and generate personalized content. With Toolset, the integration of artificial intelligence into the Musiquence tool will allow users to have an easier experience in the process of cognitive stimulation and the insertion and use of content as memories to stimulate the memory of individuals with dementia. Therefore, this document addresses the state-of-the-art, as well as the most relevant features and functionalities. Additionally, it also presents preliminary prototypes developed, implementation and execution of usability tests and, consequently, analysis of obtained results, and a general retrospective on the implementation of a set of systems for Musiquence using artificial intelligence.

Keywords: cognitive stimulation · artificial intelligence · image generator · Musiquence · reminiscence therapy · dementia

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, com grande orgulho, às seguintes pessoas por me ajudarem a desenvolver esta tese, dando uma enorme motivação durante todo o processo:

- Aos meus orientadores Prof. Luís Ferreira e Prof. Sergi Badia pela orientação, ajuda e esclarecimento de dúvidas ao longo do desenvolvimento da tese.
- Aos meus pais, familiares e amigos pelo suporte e esforço contínuo, tanto nos pontos mais altos como nos pontos mais baixos da minha vida.
- À equipa do *NeuroRehabLab* pela ajuda e constante *feedback* necessário para a evolução do projeto, incluindo a utilização de ferramentas de alta qualidade para facilitar o desenvolvimento e testagem da aplicação.
- A todos os participantes que, de forma voluntária, se dedicaram aos testes de usabilidade, pelo tempo, esforço, *feedback* e compromisso que foram essenciais e valiosos para a investigação, enriquecendo este trabalho.

Sem este contínuo encorajamento, não teria conseguido concluir a tese. Também quero agradecer a todos os que me acompanharam neste percurso e os que me deram confiança em superar os obstáculos encontrados. Estou profundamente grato.

Obrigado.

Conteúdo

Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	xii
1 INTRODUÇÃO	1
2 STATE-OF-THE-ART	4
2.1 DEMÊNCIA	4
2.1.1 Evolução da população sénior	4
2.1.2 Tratamentos	4
2.1.3 Abordagem digital: <i>Musiquence</i>	7
2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	9
2.2.1 História	9
2.2.2 Corrida e evolução drástica	11
2.2.3 Vantagens e desvantagens.....	12
3 CARATERÍSTICAS E REQUISITOS DO SISTEMA	15
3.1 UTILIZADORES-ALVO	15
3.1.1 Personas	15
3.2 PACIENTES	17
3.3 FUNCIONALIDADES	17
3.3.1 Cenários	18
3.4 PLANOS ALTERNATIVOS	18
4 ARQUITETURA DO SISTEMA	20
4.1 ARQUITETURA DE GERAÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÉDIA .	20
4.1.1 Página de Menu Principal	21
4.1.2 Página de Formulário.....	21
4.1.3 Página de <i>Loading</i>	22
4.1.4 Página de Erro	23
4.1.5 Página de Seleção de Objeto Multimédia	23
4.1.6 Página de Confirmação	23
4.1.7 Página de Transferência de Ficheiro	24

4.2	ARQUITETURA DE GERAÇÃO DE ATIVIDADES DA	
	<i>MUSIQUENCE</i>	24
4.2.1	Página de Menu Principal	25
4.2.2	Página de Formulário.....	25
4.2.3	Página de <i>Loading</i>	26
4.2.4	Página de Erro	26
4.2.5	Página de Exportação da Atividade	26
4.2.6	Observações a ter em conta	26
4.3	ARQUITETURA DE SOFTWARE DA APLICAÇÃO	27
5	FERRAMENTAS PRESENTES NO SISTEMA	30
5.1	MUSIQUENCE WEB EDITOR.....	31
5.2	MUSIQUENCE CHATBOT	32
5.3	MUSIQUENCE MUSICAM	34
5.4	MUSIQUENCE MUSIMAGERATOR	34
5.5	MUSIQUENCE TTS	37
5.6	MUSIQUENCE JOINER.....	38
5.7	MUSIQUENCE SPLITTER	39
5.8	MUSIQUENCE ANALYSER	40
5.9	OUTRAS FUNCIONALIDADES	41
	5.9.1 Modo Claro/Escuro/Sistema.....	42
	5.9.2 Idioma/Linguagem da aplicação	43
	5.9.3 Gestão de dados armazenados.....	43
6	TOOLSET API	44
6.1	ROTAS GERAIS	44
	6.1.1 / (GET)	44
	6.1.2 /api/generate_json (POST)	44
	6.1.3 /api/build_json (POST)	45
6.2	ROTAS DO OPENAI	45
	6.2.1 /api/open_ai/list (GET)	45
	6.2.2 /api/open_ai/image/generation (POST).....	46
	6.2.3 /api/open_ai/image/variation (POST).....	46
	6.2.4 /api/open_ai/image/edit (POST)	47

6.2.5	/api/open_ai/tts (POST)	47
6.2.6	/api/open_ai/chat (POST)	47
6.2.7	/api/open_ai/musicam (POST)	48
6.3	ROTAS DO OLLAMA	48
6.3.1	/api/ollama/list (GET)	48
6.3.2	/api/ollama/pull (POST)	49
6.3.3	/api/ollama/delete (POST)	49
6.3.4	/api/ollama/chat (POST)	50
6.3.5	/api/ollama/musicam (POST)	50
6.4	ROTAS DO HUGGING FACE.....	51
6.4.1	/api/hugging_face/list (GET)	51
6.4.2	/api/hugging_face/search (POST)	51
6.4.3	/api/hugging_face/image/generation (POST)	51
6.4.4	/api/hugging_face/image/variation (POST)	52
6.4.5	/api/hugging_face/image/edit (POST).....	52
6.4.6	/api/hugging_face/tts (POST)	53
6.4.7	/api/hugging_face/chat (POST)	53
6.4.8	/api/hugging_face/musicam (POST)	53
6.5	ROTAS DA MUSICAM	54
6.5.1	/api/musicam (POST)	54
6.5.2	/api/musicam (GET)	54
6.6	SWAGGER UI	55
6.7	Resumo	56
7	INTEGRAÇÃO DE TOOLSET COM MUSIQUENCE	57
7.1	GERAÇÃO DE ATIVIDADES	57
7.2	GERAÇÃO DE IMAGENS	58
7.3	GERAÇÃO DE ÁUDIO	60
8	ESTUDO DE USABILIDADE	61
8.1	PARTICIPANTES	61
8.2	METODOLOGIA	64
8.2.1	Instrumentos e métricas	66
8.2.2	Análise de dados	67

8.3	RESULTADOS	67
8.3.1	<i>SUS</i>	68
8.3.2	<i>NASA-TLX</i>	69
8.3.3	<i>UEQ-S</i>	70
8.3.4	Testes estatísticos	71
8.3.5	Outros	72
8.4	DISCUSSÃO	74
8.4.1	Observações	74
8.4.2	<i>SUS</i>	76
8.4.3	<i>NASA-TLX</i>	77
8.4.4	<i>UEQ-S</i>	78
8.4.5	<i>Wilcoxon Signed-Ranks Test</i>	79
8.5	CONCLUSÃO	80
9	CONCLUSÃO	82
10	LIMITAÇÕES	84
10.1	MODELOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	84
10.2	MEIO AMBIENTE	84
10.3	CONFIDENCIALIDADE	84
10.4	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	84
	Referências	86
11	ANEXOS	101
11.1	CENÁRIOS	101
11.2	QUESTIONÁRIOS	103
11.3	OUTROS	117

Lista de Figuras

1	Proporção da população com 65 ou mais anos e 80 ou mais anos, 2019 e 2050.	5
2	Prevalência estimada de demência, 2021 e 2050.	5
3	<i>Musiquence - Game Editor</i>	8
4	<i>Musiquence - Game Experience</i> . (A) Menu de inserção de ficheiro. (B) Execução de uma atividade.	9
5	As 4 categorias da inteligência artificial.	10
6	Persona 1 - Inês Pimentel.	16
7	Persona 2 - Dinis Peres.	17
8	Diagrama de <i>user flow</i> do sistema de IA (A) com geração de conteúdos multimédia. (B) com geração de atividades <i>Musiquence</i>	20
9	Diagrama de <i>user flow</i> do sistema de IA com geração de conteúdos multimédia.	21
10	Exemplos de páginas de formulários de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.	22
11	Exemplos de páginas de <i>loading</i> de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.	22
12	Exemplos de páginas de seleção de imagens de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.	23
13	Exemplos de páginas de confirmação de seleção de imagem de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.	24
14	Diagrama de <i>user flow</i> do sistema de IA com geração de atividades da <i>Musiquence</i>	24
15	Exemplos de páginas de formulários de sistemas de <i>chat</i> com IA existentes. (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.	25
16	Exemplos de páginas de <i>loading</i> de sistemas de <i>chat</i> com IA existentes. (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.	26
17	Exemplos de páginas de sistemas de <i>chat</i> com IA existentes com respostas do <i>chatbot</i> . (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.	27
18	Diagrama MVC do sistema.	28
19	Página principal da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	30

20	Página de <i>Musiquence Editor</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	31
21	Página de <i>Musiquence Editor</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> . (A) <i>Popover</i> de seleção de <i>template</i> de posicionamento das componentes da atividade. (B) <i>Popover</i> de detalhes de uma componente de texto - cor, tamanho, entre outros.	32
22	Página de <i>Musiquence Chatbot</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	32
23	Página de <i>Musiquence Chatbot</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> com opções adicionais de <i>chat</i>	33
24	Página de <i>Musiquence Musicam</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	34
25	Página de <i>Musiquence Musimagerator</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	35
26	Página de formulário de <i>Musiquence Musimagerator</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> na área de geração de imagens.	36
27	Página de seleção de imagem de <i>Musiquence Musimagerator</i> da aplicação <i>Musiquence</i> <i>Toolset</i> na área de geração de imagens.	37
28	Página de <i>Musiquence TTS</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	38
29	Página de <i>Musiquence Joiner</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	39
30	Página de <i>Musiquence Splitter</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> . (A) Parte 1. (B) Parte 2.	39
31	Página principal de <i>Musiquence Analyser</i> da aplicação <i>Musiquence Toolset</i>	40
32	Página principal da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> , com uma lista de definições.	42
33	Página principal da aplicação <i>Musiquence Toolset</i> . (A) Modo claro. (B) Modo escuro.	42
34	Alguns temas disponíveis na página de documentação de <i>backend</i>	56
35	Primeiro passo da geração de atividade com IA na plataforma <i>Musiquence</i>	58
36	Primeiro passo da geração de imagens com IA na plataforma <i>Musiquence</i>	59
37	(A) Janela de seleção de imagem na plataforma <i>Musiquence</i> . (B) Janela de histórico recente de imagens geradas na plataforma <i>Musiquence</i>	59
38	Primeiro passo da geração de áudio com IA na plataforma <i>Musiquence</i>	60
39	Diagrama do procedimento do estudo de usabilidade, sumariado.	66
40	Valores médios de cada questão do <i>SUS</i> em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.	68
41	Valores médios de cada participante em <i>SUS</i> em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.	69
42	Valores médios de cada dimensão da <i>NASA-TLX</i> em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.	70

43	Valores médios de cada atributo do <i>UEQ-S</i> em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.	71
44	Contagem das ferramentas mais e menos favoritas escolhidas pelos participantes em <i>Musiquence Toolset</i> , num gráfico de colunas.	73
45	Contagem das ferramentas mais e menos favoritas escolhidas pelos participantes em <i>Musiquence + IA</i> , num gráfico de colunas.	73
46	Valores médios de cada atributo da satisfação na utilização de IA em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.	74
47	Cenário 1 - Geração Rápida de Conteúdo em Sessões Terapêuticas.	101
48	Cenário 2 - Geração de Conteúdo sem Direitos de Autor.	102
49	Questionário de dados de participante	105
50	Métricas <i>SUS</i> , <i>NASA-TLX</i> e <i>UEQ-S</i> utilizados para uma aplicação (neste caso, a aplicação é o <i>Musiquence Toolset</i>).	112
51	Questionário de <i>feedback</i> geral para ambas as aplicações e observações adicionais.	116
52	Lista de tarefas a serem executadas.	119
53	Exemplo de uma página de uma tarefa no lado do investigador principal.	120
54	Tabela-base para o <i>Wilcoxon Signed-Ranks Test</i>	121

Lista de Tabelas

1	Aplicações de IA em diversos setores.	13
2	Estrutura do projeto.	29
3	Lista de ferramentas implementadas no projeto <i>Musiquence Toolset</i>	30
4	Lista de sugestões implementadas na ferramenta <i>Musiquence Analyser</i>	41
5	Dados demográficos dos participantes.	62
6	Dados dos participantes sobre uso de dispositivos e experiência no computador.	63
7	Valores médios de cada dimensão e valor total médio do <i>NASA-TLX</i>	69
8	Valores médios de cada item e qualidade do <i>UEQ-S</i>	71
9	Valores médios de cada participante do <i>SUS</i> e valores necessários para o <i>Wilcoxon Signed-Rank Test</i>	72

Lista de Acrónimos

API Application Programming Interface

CSS Cascading Style Sheets

DL Deep-learning

FOSS Free and open-source software

IA Inteligência Artificial

IBM International Business Machines

IoT Internet of Things

NASA-TLX NASA Task Load Index

OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

SUS System Usability Scale

TTS Text-to-Speech

UEQ-S User Experience Questionnaire - Short

1 INTRODUÇÃO

A estimulação cognitiva, que é uma área baseada na compreensão do cognitivo humano, é incorporada e estudada com várias ferramentas e diferentes técnicas, a fim de melhorar a função cognitiva e social de um indivíduo [1], assim como a sua qualidade de vida [2, 3]. Desde ao uso de quebra-cabeças e jogos de palavras [4], desenvolvidas e feitas numa simples folha de papel, até ao desenvolvimento de aplicações de software especializadas para este fim, este tipo de testes cognitivos foram evoluindo significativamente, depois de vários anos de gestão e otimização destas atividades. Esta evolução também foi posta em conta não só na qualidade de vida [2] e na idade das pessoas [5], mas também com base nas experiências e capacidades dos indivíduos, especialmente para aqueles que enfrentam condições neurológicas relacionadas com a demência.

Ao longo do século XX, estes instrumentos foram alterados e transpostos para um conceito mais digital, passando de tarefas e jogos educacionais para aplicações digitais e plataformas interativas [6, p. 14], [7], com a existência de marcos históricos, tais como a invenção do computador e, conseqüentemente, a criação de novos jogos digitais de memória, atenção e capacidade de resolução de problemas (*problem-solving skills*).

Nestes últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem evoluído de tal forma, excedendo as expectativas da tecnologia e dispersando a sua utilização, quer a nível profissional quer a nível pessoal [8], dando origem a novas áreas, como, por exemplo, a profissão de *AI prompt engineer*, onde um profissional desta área gera o resultado pretendido a partir de uma descrição textual interpretada pelas ferramentas generativas de IA [9–11], e transformando áreas existentes, não apenas nas tecnologias, mas também em outras áreas como:

- medicina, com programas que ajudam um profissional de saúde a formular diagnósticos e a existência de telemedicina [12, 13];
- telecomunicações, com a utilização de programas e algoritmos de IA na otimização das arquiteturas e, conseqüentemente, das topologias dos sistemas de rede, e na refinação da gestão de conexões de rede *mobile* [14, 15];
- artes, com o uso da geração de imagens artificiais no desenvolvimento de projetos de design arquitetural, assim como na classificação de objetos de arte [16, 17];

- educação, para uma melhor aprendizagem de futuros profissionais na área do *Internet of Things* (IoT), auxílio no estudo e na realização de trabalhos de casa para os estudantes e assistência na gestão de tempo para educadores e professores [18–20];
- desporto e entretenimento, com o desenvolvimento de sistemas de IA capaz de melhorar o progresso de geração de simulações e videojogos, bem como a grande aderência a *Big Data* e IoT [21–23];
- economia e finanças, tanto no uso de algoritmos para prever e aperfeiçoar os serviços backend, tais como a previsão de stock ou classificação de crédito (*credit rating*), como também no serviço ao cliente, através de assistentes virtuais [24–27], entre outros.

A capacidade da inteligência artificial em processar elevadas quantidades de dados, fazer reconhecimento de padrões e gerar qualquer tipo de conteúdo originou a abertura para novos horizontes, com uma melhor customização personalizada para o cliente, de forma rápida e de baixo custo, tendo em conta a existência de certas limitações [28].

Assim, este projeto tem como objetivo implementar sistemas capazes de permitir aos utilizadores, que vão ser os profissionais e assistentes de saúde, gerar conteúdos pretendidos, de forma fácil e rápida. Para isso, temos de ter em contas estes passos:

1. Encontrar modelos de geração de conteúdos com recurso a IA para os sistemas poderem fazer a principal funcionalidade (gerar conteúdo pretendido).
2. Desenvolver uma interface intuitiva para os utilizadores poderem interagir facilmente o sistema.
3. Analisar e testar os sistemas com profissionais de saúde como participantes.
4. Verificar e testar a eficácia dos conteúdos gerados nas atividades de estimulação cognitiva para fins terapêuticos ou educacionais.

O artigo segue uma estrutura bem definida, composta por várias secções. Em primeiro lugar, apresentamos uma revisão de literatura, focada em dois tópicos: demência e inteligência artificial. Em seguida, exploramos as características e os requisitos do sistema, abordando em aspetos tais como os utilizadores-alvo, os pacientes e as funcionalidades mais prioritárias e suas alternativas. Posteriormente, detalhamos a arquitetura dos sistemas a desenvolver, incluindo a apresentação das páginas e passos a ter em conta. Na secção seguinte, descrevemos as ferramentas implementadas

na aplicação *Musiquence Toolset*, bem como o *backend* com as rotas *API*. Depois, implementamos as funcionalidades na plataforma digital *Musiquence*, integrando-as com as rotas *API* da aplicação *Musiquence Toolset*. Apresentamos ainda o estudo de usabilidade, incluindo as questões de investigação, a discussão dos resultados e as suas limitações. Finalmente, concluímos com uma reflexão sobre todo o trabalho realizado, assim como as direções futuras para investigação.

2 STATE-OF-THE-ART

Este capítulo será apresentado em dois tópicos principais: o primeiro focado na demência, explorando a evolução da população idosa, os tratamentos existentes e a incorporação das terapias com as novas tecnologias, incluindo a apresentação da plataforma digital *Musiquence*; e o segundo, dedicado à IA, onde é analisado a história e consequente evolução, incluindo alguns modelos de IA desenvolvidos e as vantagens, desvantagens e soluções apresentadas.

2.1 DEMÊNCIA

2.1.1 Evolução da população sénior

Nas últimas seis décadas, a proporção de população com idade igual ou superior a 65 anos quase duplicou, devido a uma esperança média de vida maior e a uma taxa de fertilidade mais reduzida [29, p. 250]. Entre os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), em média, prevê-se que a percentagem da população com 65 anos ou mais continue a aumentar nas próximas décadas, especialmente no caso de 5 países, incluindo Portugal, onde está previsto a exceder um terço da população total [29, p. 250], como podemos ver na Figura 1.

Este aumento do número e correspondente percentagem da população idosa, assim como o impacto severo da pandemia COVID-19 na saúde mental [29, p. 256], teve como consequência um aumento de aparecimento de problemas de saúde, em termos físicos e mentais, incluindo a depressão e a demência - onde a última é mais marcada pela perda de memória e que pode afetar as capacidades cognitivas de um indivíduo, tais como a linguagem, o espírito crítico e a resolução de problemas, e a capacidade de se realizar de forma independente as atividades do dia-a-dia [30]. Além disso, a demência afeta grande parte da população (mais de 21 milhões de pessoas têm demência em 2021) e poderá duplicar em 2050, caso as tendências atuais continuem [29, p. 256], como podemos ver na Figura 2. Um dos grandes fatores da demência é a idade, uma vez que se verifica uma maior prevalência na população sénior [29, p. 256].

2.1.2 Tratamentos

Infelizmente, ainda não há uma cura para estes problemas mentais. No entanto, há tratamentos a serem desenvolvidos e planos ou estratégias nacionais para combater este tipo de situações, havendo, assim, dois tipos de tratamentos: os medicamentos e as terapias.

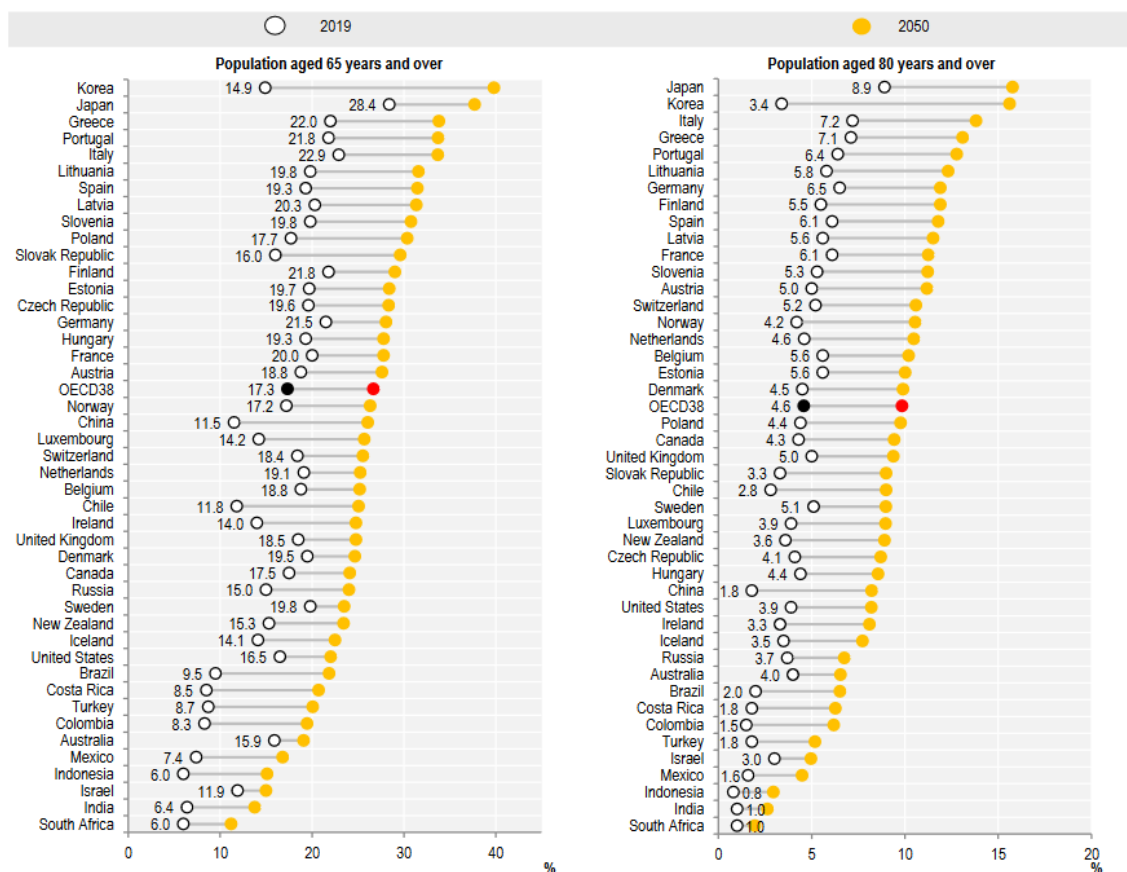


Figura 1: Proporção da população com 65 ou mais anos e 80 ou mais anos, 2019 e 2050.

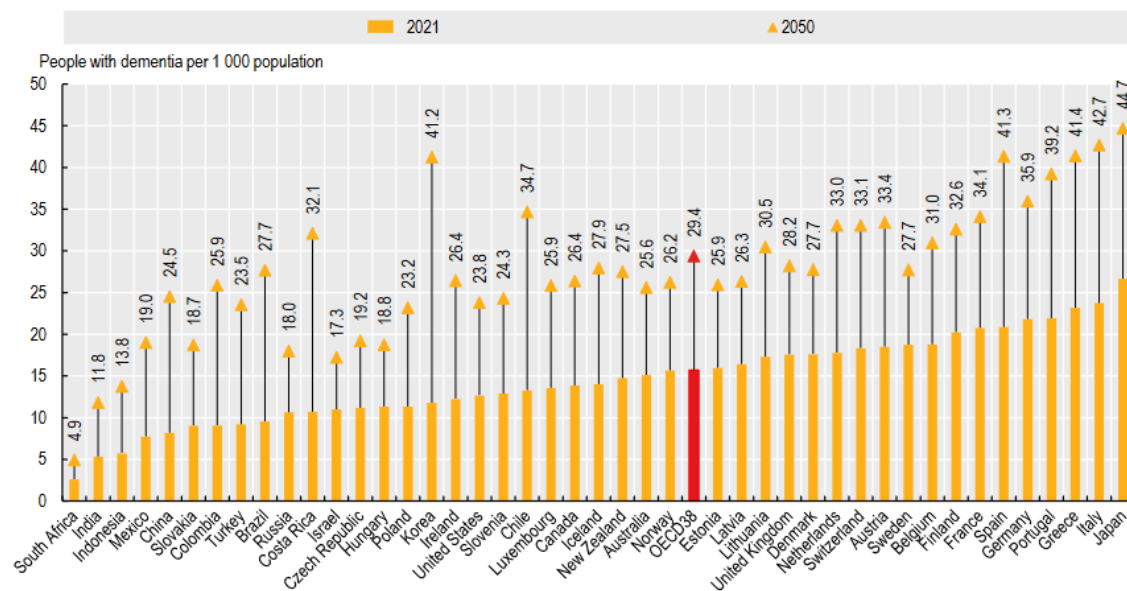


Figura 2: Prevalência estimada de demência, 2021 e 2050.

No caso da categoria dos medicamentos, cada um destes medicamentos são prescritos para sintomas diferentes e indicados para diferentes tipos de demência e seus graus de severidade -

por exemplo, enquanto que uns ajudam a controlar a memória e/ou retardar o processo de perda de memória de um indivíduo com certo tipo de demência [31, 32], outros ajudam a controlar a ansiedade e comportamentos agressivos [33, 34], sendo o uso de medicamentos antipsicóticos o mais comum, tendo um campo de estudos desenvolvidos mais extenso do que as restantes outras classes de medicamentos [33]. Os medicamentos antipsicóticos são eficazes e úteis, especialmente quando são combinados com terapias de reabilitação cognitiva [35].

No entanto, devem ser utilizadas como último recurso e devem ter um processo muito bem controlado, porque há riscos de saúde associadas à utilização destes medicamentos, incluindo um maior risco de apoplexia e de mortalidade [33, 34], assim como estas serem eticamente inseguras. Mesmo assim, ainda existe um elevado uso destes produtos de forma não apropriada, havendo, assim, sugestões de limitações e implementações de políticas para limitar severamente a prescrição deste tipo de medicamentos [29, p. 256] [33].

Por outro lado, as terapias são menos invasivas, com uma grande diversidade e exploração de estudos e uma enorme exploração de estudos e seus resultados [34, 36]. Este tipo de tratamentos aborda vários tipos de intervenções, nomeadamente:

- Estimulação sensorial, isto é, apurar um ou vários sentidos, incluindo os 5 sentidos primários - por exemplo, os ambientes multi-sensorial *snoezelen* [34, 37].
- Terapias com abordagens cognitivas e orientadas para a emoção - por exemplo, terapias de estimulação cognitiva e terapias de reminiscência [34, 38, 39].
- Arteterapias - por exemplo, terapias de música, dança e de pintura [34, 40–42].
- Outros tipos de terapias - por exemplo, terapias assistidas por animais [34, 43–45] e terapias com bonecas [46, 47].

Este tipo de tratamento torna-se mais eficaz que a categoria dos medicamentos, com menos efeitos adversos, versátil e potencialmente rentável, sem perder a sua principal função [34]. No entanto, na prática, é necessário haver um conjunto de pessoas bem treinadas para este tipo de condições, sem haver muita influência subjetiva dos administradores e funcionários no desenvolvimento e progresso destes tratamentos [34].

De entre as várias alternativas de terapia apresentadas anteriormente, dois tipos de terapias se destacam como promissoras para uma investigação e análise mais aprofundada: as terapias musicais e as terapias de reminiscência.

A frequência, a duração e o conteúdo das sessões das terapias musicais ajustam-se às necessidades e objetivos de cada pessoa, podendo incluir atividades como cantar, tocar instrumentos ou compor música, bem como momentos de audição e reflexão sobre o significado das peças [48]. Estas terapias podem ser feitas individualmente ou em grupo e são desenvolvidas de forma segura e de baixo risco [48,49]. As terapias musicais têm-se revelado uma abordagem promissora para a melhoria da função cognitiva em pessoas com demência, demonstrando ainda benefícios no tratamento da depressão de longa duração [41]. Além disso, foi demonstrado que a integração na interação social pode ser potenciada pelas terapias musicais, assim como a redução na ansiedade [48,49].

A terapia de reminiscência foi inicialmente desenvolvida por Robert Butler em 1963, denominado por *Life Review*, onde um indivíduo naturalmente processa as memórias marcantes da sua vida, especialmente conflitos e dificuldades não resolvidas, recordando-as e retornando-as na sua consciência [38,50]. Estas terapias podem ser conduzidas de forma individual ou em grupos [50], com o uso de ferramentas e objetos pessoais ou que possam servir como recordação, incluindo o uso de fotografias pessoais, músicas antigas, imagens, vídeos e objetos do dia-a-dia da pessoa [50,51]. Mesmo assim, seria necessário haver um processo pelo qual consegue ser personalizado e customizado para o utente pretendido, sem ocupar muito espaço nem ser dispendioso, sem perder a sua eficiência.

2.1.3 Abordagem digital: *Musiquence*

Para uma melhor acessibilidade e usabilidade deste tipo de terapia, os investigadores implementaram terapia com tecnologia, podendo adicionar qualquer tipo de multimédia de forma prática, simples e rápida, tornando-as mais personalizadas e eficazes em comparação com as terapias de reminiscência convencionais [39].

Por isso, unindo a abordagem digital nas terapias com os efeitos benéficos que as atividades cognitivas e as terapias musicais possam implicar tanto a nível cognitivo [4,41,52] como a nível emocional - redução de momentos de depressão e de ansiedade [42,48], foi implementada e desenvolvida uma plataforma digital que engloba a terapia de reminiscência, com a utilização de músicas

como principal fator de estimulação de memória, em simultâneo com a apresentação de atividades com estimulação cognitiva, denominada por *Musiquence* [53].

Musiquence é uma plataforma que customiza música e atividades de reminiscência e estimulação cognitiva para os pacientes com demência. Foi desenvolvido usando *Unity 3D* e dividido em 2 aplicações: *Game Editor* e *Game Experience* [53].

- No *Game Editor*, os profissionais de saúde editam a lista de atividades e personalizá-las tendo em conta as características do participante, tanto a nível de tipo de perguntas, como também a nível da utilização de multimédia - imagens e músicas - e do tipo de interação digital a ter em conta - portabilidade e compatibilidade tecnológica. A Figura 3 apresenta a interface do *Game Editor* da plataforma *Musiquence*.

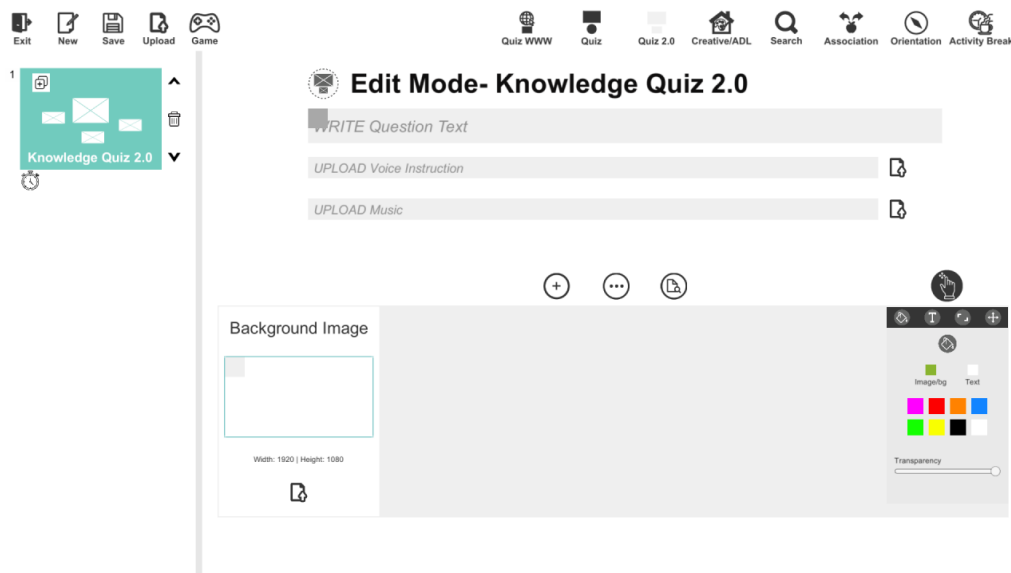


Figura 3: *Musiquence* - *Game Editor*.

- No *Game Experience*, os utilizadores precisam de abrir um tipo de ficheiro específico para começar a executar as atividades guardadas nesse mesmo ficheiro, incluindo o tempo necessário para acabar uma atividade, a quantidade de respostas certas e erradas, as posições de objetos de certas atividades, entre outros. A Figura 4 apresenta o menu principal, onde é inserido o ficheiro de lista de atividades da *Musiquence*, e a interface de execução da lista de atividades na plataforma *Musiquence*.



Figura 4: *Musiquence - Game Experience*. (A) Menu de inserção de ficheiro. (B) Execução de uma atividade.

Infelizmente, a utilização de ficheiros digitais, como as imagens utilizadas nas atividades existentes na plataforma *Musiquence*, ainda é um processo demorado, uma vez que há um crescimento espontâneo de imagens a serem guardadas e adicionadas, tanto localmente como na Internet, e capturadas em câmaras digitais e smartphones [54], especialmente quando contêm direitos de autor, incluindo criptografias e marcas d'água [55].

Além disso, todo o processo de inserção e gestão de conteúdos na plataforma *Musiquence* é feita de forma manual e demora bastante tempo e, por isso mesmo, ainda não estão disponíveis ferramentas e funcionalidades para facilitar a gestão de ficheiros de atividades da *Musiquence* e dos seus conteúdos multimédia de forma automática, uma vez que a plataforma *Musiquence* ainda está numa fase inicial.

Logo, uma solução para este problema seria desenvolver um conjunto de ferramentas, incluindo um gerador de imagens digitais com IA, na plataforma *Musiquence*, de forma que profissionais de saúde possam aceder e gerar as atividades necessárias para a *Musiquence*, incluindo a geração de imagens digitais a partir de palavras-chave e, por conseguinte, adicioná-las no editor de atividades da plataforma digital.

Para isso, é necessário explorar o vasto potencial da inteligência artificial nestes sistemas.

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

2.2.1 História

A inteligência artificial tem várias possíveis definições, uma vez que vai depender do contexto e métodos envolvidos, nomeadamente no pensamento crítico *versus* comportamento e na performance

humana *versus* performance ideal, isto é, se o sistema está a fazer “a coisa certa”, dado o que o sistema sabe, como podemos ver na Figura 5 [56, 57].

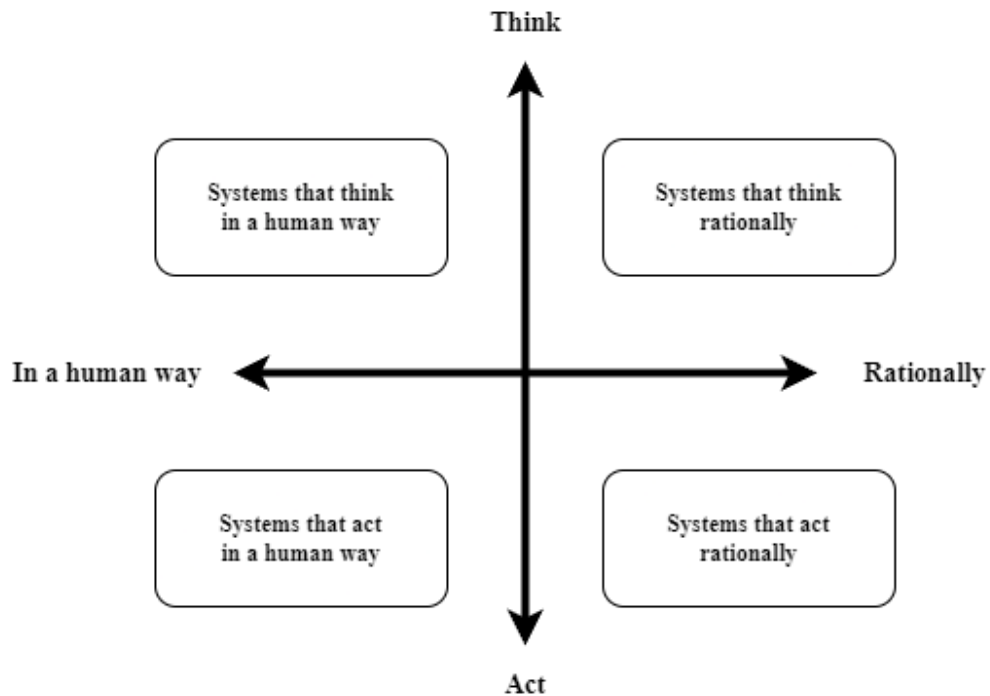


Figura 5: As 4 categorias da inteligência artificial [57].

Assim, começou a haver interesse e sucesso nesta área, construindo sistemas que teriam a capacidade de fazer deduções ou decisões que antes só o ser humano conseguia fazer, como o caso do programa *ELIZA*, uma ferramenta de processamento de linguagem natural, que deu origem ao futuro dos *chatbots* - assistentes virtuais [58].

No entanto, a partir dos inícios da década de 1970, deixou de haver suporte e financiamento em projetos de inteligência artificial; casos como limitação de poder computacional - pouca quantidade de dados memorizados - com necessidade de guardar enormes quantidades de dados e custos dispendiosos na obtenção de hardware, assim como a implementação destes programas numa arquitetura obsoleta, constituído exclusivamente por comandos *if-then* foram as principais causas desta decisão [56, 58].

Apesar disso, ainda houve colaboração entre desenvolvedores na área de IA. Casos como o desenvolvimento de sistemas baseados no conhecimento, tal como o sistema *XCON*, na década de

1980, o supercomputador *DeepBlue*, que derrotou o campeão mundial Garry Kasparov num jogo de xadrez, em 1997, e o sistema de perguntas e respostas, de domínio aberto, criado pela empresa *International Business Machines Corporation* (IBM), denominado por *Watson*, que derrotou os dois maiores campeões de *Jeopardy!*, por uma margem significativa, em 2011, foram marcos notáveis na história da inteligência artificial e da computação cognitiva, começando a dar o impulso que tanto necessitava [56].

Este impulso, juntamente com hardware com baixo custo e muito melhorado, a existência de vários comandos e regras a ter em conta e o enorme armazenamento de dados, levou ao crescimento instantâneo e volátil no desenvolvimento de *softwares*, algoritmos e programas de IA, tais como o aparecimento de assistentes virtuais e os programas de *deep-learning* (DL), onde podem ser treinados para classificar dados por conta própria e independentes da ação humana, como, por exemplo, o programa desenvolvido pela *Google*, que derrotou o campeão mundial num jogo de tabuleiro *Go* em 2015, denominado por *AlphaGo* [56].

2.2.2 Corrida e evolução drástica

A corrida à inteligência artificial começou em 2023, com a apresentação de dois sistemas, *ChatGPT* e *DALL·E*, introduzidos e abertos ao público em 2022, desenvolvidos pela organização *OpenAI* [59].

ChatGPT, um sistema de processamento de linguagem natural, ganhou atenção global pelo seu impressionante desempenho na geração de respostas coerentes, sistemáticas e informativas, acumulando mais de um milhão de assinantes em apenas uma semana e chegando a haver 100 milhões de utilizadores ativos em Janeiro de 2023, dois meses depois do seu lançamento [60, 61], com modelos *GPT-3*, *GPT-3.5* e *GPT-4* capazes de passar em vários exames, nomeadamente em direito, biologia, economia, estatísticas e programação [62]. Devido ao sucesso do *ChatGPT*, outras companhias como a *Google* e a *Meta* (anteriormente conhecido por *Facebook*) decidiram desenvolver a sua versão de *chatbot*, dando origem a *Google Bard* e *Llama 2-Chat*, assim como novos modelos para competir o *GPT-4*, como o modelo *Claude 2* da *Anthropic* e o *Bing Chat* [63, 64].

Por outro lado, *DALL·E* é um sistema de geração de imagens capaz de gerar imagens a partir de descrição de texto. De momento, as versões *DALL·E 2* e *DALL·E 3*, sucessores de *DALL·E*, foram introduzidos, focando na fidelidade do *text input* inserido pelo utilizador, assim como na otimização da resolução e qualidade da imagem [28, 65]. Tanto *DALL·E 2* como *DALL·E 3* têm

limitações e restrições em termos de geração de imagens inapropriadas ou que tenham figuras públicas e/ou indivíduos que podem ser reconhecíveis, a fim de minimizar graves riscos como propaganda e desinformação [65–67]. Devido ao sucesso da série de modelos de geração de imagens *DALL-E*, grandes empresas criaram as suas versões, dando origem a *Imagen*, *Bing Image Creator* e *CM3Leon* [68–70], amplificando o interesse com o aparecimento de sistemas independentes como *Midjourney* e *Stable Diffusion*, tanto nas áreas de IA, como também nas áreas de design e artes visuais [71–73].

Adicionalmente, houve o aparecimento de vários tipos de geração, tais como:

- os modelos *text-to-video*, como, por exemplo, *Imagen Video*, criado pela *Google*, e *Make-A-Video*, desenvolvido pela *Meta/Facebook* [74, 75],
- os modelos *text-to-model*, como, por exemplo, *Dreamfusion*, criado pela *Google*, e *Point-E*, desenvolvido por *OpenAI* [76, 77],
- os modelos *text-to-audio* e *text-to-music*, como, por exemplo, *MusicGen*, criado pela *Meta/Facebook* [78],
- os modelos *image-to-text*, como, por exemplo, *MiniGPT-4* [79],
- os modelos de sugestão de código, como, por exemplo, *GitHub Copilot*, desenvolvido por *GitHub* em parceria com *OpenAI* [80, 81], entre outros.

2.2.3 Vantagens e desvantagens

A IA inaugurou uma nova era de avanço tecnológico, oferecendo uma vasta diversidade e quantidade de benefícios, mas não sem a sua quota de desvantagens e limitações existentes. Do lado positivo, a IA revolucionou em várias situações, tais como:

- uma maior eficiência e produtividade, devido à capacidade de automatizar as tarefas pretendidas,
- uma maior poupança de custos e despesas gerados, devido à substituição desta por trabalho manual, que é de elevado custo,
- uma maior precisão de geração de resultados e, simultaneamente, uma menor probabilidade de haver erro humano,

- uma enorme disponibilidade de tempo - disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano [82–85].

influenciando em várias áreas ou setores de forma positiva, apresentando alguns casos na Tabela

1.

Tabela 1: Aplicações de IA em diversos setores.

Indústria	Aplicações de Inteligência Artificial
Medicina	Telemedicina, Suporte à decisão clínica, Cirurgia assistida por robótica, Radiologia [13, 85, 86]
Telecomunicações	Otimização de arquitetura, Otimização de rede, Otimização de conexão [14, 15]
Artes	Geração de imagens, Classificação de imagens, Geração de música [16, 87]
Educação	Avaliação automática de exames, Ferramentas de aprendizagem com IA, <i>Teacherbot</i> [18, 60, 83]
Entretenimento	Geração de videogames, Geração de simulações, Melhoria na criação de conteúdo [21, 22, 88]
Desporto	Avaliação de risco de lesão, Previsão de desempenho, Previsão de resultados [23, 89, 90]
Economia e Finanças	Sistema bancário, Detecção de fraudes, Serviços de backend [24, 26, 27]
Agricultura	Gestão de culturas, Gestão do solo, Controlo de doenças [84, 91]
Mobilidade Urbana	Veículos autónomos, Drones, Mobilidade como um Serviço [92–94]
Cibersegurança	Blockchain, Controlo de acesso, Firewall, Criptografia [95, 96]
Militar	Reconhecimento de imagens, Localização de minas, Sistemas de jogo [97, 98]

No entanto, há alguns desafios e riscos a ter em conta na utilização de IA, especialmente por motivos maliciosos ou abuso da funcionalidade em certos tópicos, nomeadamente:

- na existência de *jailbreaks* na utilização do *ChatGPT*, isto é, remover as restrições existentes no sistema, gerando conteúdos que não deviam ser gerados [99],
- na potência dos sistemas de IA na propagação de informação falsa ou propaganda, acidentalmente ou de forma maliciosa [82, 100, 101],
- no uso significativo de recursos computacionais, especialmente em CPUs e GPUs [102],
- na facilidade de fazer batota em exames e em trabalhos de casa, assim como conteúdo fraudulento no sistema educacional [103], e, consequentemente,

- na grande dificuldade de detecção de plágio e conteúdo gerado por ferramentas de inteligência artificial [100, 103],
- na impersonificação, burla e/ou roubo de identidade, com a utilização da tecnologia *deepfake* [28, 82, 104, 105],
- no roubo de conteúdos originais e casos de plágio, especialmente no caso de geração de imagens [106, 107],
- nas capacidades limitadas restritas pelos desenvolvedores do sistema de IA, sem acesso à informação externa ou a capacidade de navegar na Internet [82].

Algumas soluções estão a ser implementadas e desenvolvidas, nomeadamente a exclusão da utilização de *ChatGPT* em espaços universitários e escolas, assim como a implementação de sugestões, incluindo etiquetar o trabalho submetido como uma criação de IA [101, 103].

3 CARACTERÍSTICAS E REQUISITOS DO SISTEMA

A implementação de um sistema de geração de conteúdos por IA permite aos profissionais de saúde gerar conteúdos pretendidos e personalizados aos utentes, para um melhor contexto e relevância e consequente melhor experiência para os utilizadores da plataforma *Musiquence*, sem necessitar de editar nem procurar conteúdos digitais em fontes ou aplicações externas. No entanto, é necessário ter em conta o contexto hospitalar e as características pertinentes do sistema, assim como a experiência na utilização de tecnologias digitais para os utilizadores-alvo e os participantes, de forma eficiente e intuitiva para o utilizador num sistema de geração de conteúdos por IA.

Apesar disso, há casos onde o utilizador não vai conseguir gerar devido às políticas presentes nos sistemas generativos de IA, nomeadamente na impossibilidade de gerar faces de pessoas de alto estatuto e de celebridades, assim como conteúdos violentos e/ou não apropriados, devido a questões de privacidade e mitigação de riscos indesejáveis como propaganda, impersonificação e roubo de identidade [82, 100, 101].

3.1 UTILIZADORES-ALVO

O sistema a ser desenvolvido vai ter como público-alvo principal os profissionais e assistentes de saúde, incluindo terapeutas, em locais hospitalares e/ou lares de idosos, que tenham como função executar ou assistir às sessões de terapias de estimulação cognitiva. Para isso, temos de ter em conta as características do público-alvo, especialmente na experiência do utilizador-alvo nas novas tecnologias. Logo, independentemente da dificuldade de aprendizagem no uso de tecnologias, deve haver uma informação pertinente e/ou uma pequena sessão de aprendizagem nestes tipos de sistemas e de como o utilizador deve inserir a descrição textual - *prompt* - de forma eficiente e intuitiva para um sistema de IA [9].

3.1.1 Personas

Para garantir que o sistema desenvolvido atende às necessidades do público-alvo, foram criadas personas representativas dos diferentes perfis de utilizadores que podem interagir com o sistema, uma vez que são maioritariamente baseadas em utilizadores reais da plataforma digital *Musiquence*. As personas permitem aos designers e desenvolvedores entender as características, necessidades e

desafios dos utilizadores-alvo ao utilizar a tecnologia, permitindo o desenvolvimento de um sistema mais intuitivo e acessível.

Estas personas (Figuras 6 e 7) representam uma variedade de níveis de experiência tecnológica e necessidades específicas, que devem ser consideradas durante o processo de design e desenvolvimento do sistema, garantindo uma experiência de utilizador inclusiva e eficiente para todos os profissionais de saúde envolvidos.

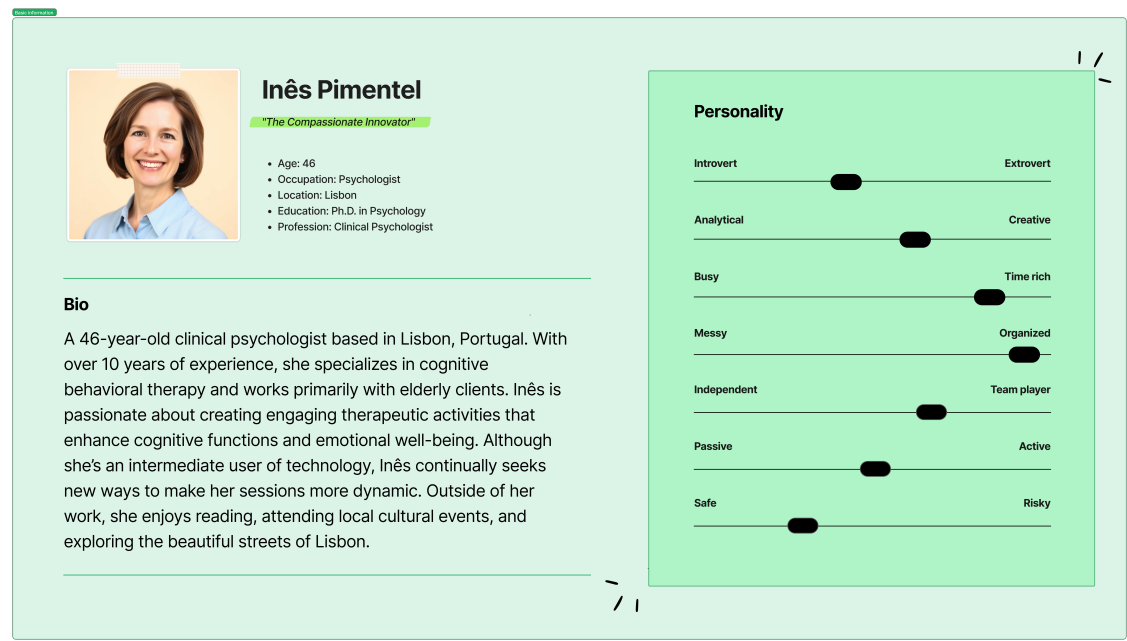


Figura 6: Persona 1 - Inês Pimentel.

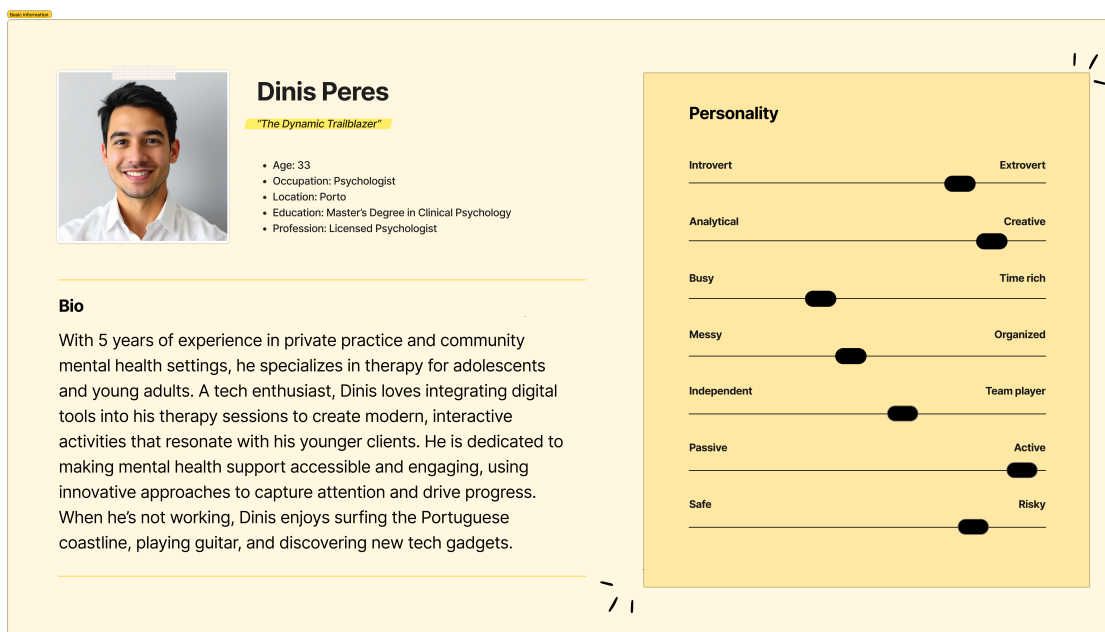


Figura 7: Persona 2 - Dinis Peres.

3.2 PACIENTES

Um dos grandes objetivos da implementação de geração de conteúdos no sistema da *Musiquence* é a eficácia da estimulação cognitiva no participante. Por isso, a qualidade e resolução de imagens, assim como a precisão e exatidão da interligação entre o *prompt* e o conteúdo gerado, são qualidades muito importantes a ter em conta. Isto também inclui a utilização correta de estilos de arte pretendido, as cores utilizadas, as texturas, as sombras, as formas geométricas, a localização espacial, os objetos identificados, entre outros [28, 65, 66].

Além disso, a população sénior ainda pode ter algum preconceito acerca da utilização das novas tecnologias e do uso de dispositivos digitais - computadores, *tablets*, *smartphones* -, especialmente no gosto e preferência em videojogos e na restrição de temporização de uma tarefa [108].

3.3 FUNCIONALIDADES

Além da principal função, que é a possibilidade de gerar conteúdo digital, também deverá ter em conta outras situações e detalhes no processo de geração, incluindo:

- A necessidade de aceder a vários modelos de IA, incluindo a necessidade de utilizar chaves, como o caso do *OpenAI*, para o sistema de geração de objetos, podendo esta funcionalidade estar no *backend* da aplicação;

- A possibilidade de gerar vários objetos em simultâneo, como o caso do *DALL·E 2* e *Midjourney* e, caso seja possível;
- A possibilidade de exportar o conteúdo pretendido como ficheiro de imagem, áudio ou outro correspondente em vez de inserir na atividade em si para possível *backup* ou para utilizá-la noutra situação e/ou processo.

3.3.1 Cenários

Os cenários foram identificados para assegurar que o sistema atenda aos requisitos definidos, proporcionando uma geração de conteúdo rápida e eficiente, conforme as necessidades dos utilizadores:

- **Cenário 1) Geração Rápida de Conteúdo em Sessões Terapêuticas** - O utilizador, durante uma sessão de terapia de estimulação cognitiva, precisa gerar rapidamente imagens ou textos para uma atividade interativa. O sistema deve permitir a seleção ágil de modelos de IA adequados e a geração simultânea de múltiplos conteúdos, reduzindo o tempo de espera e aumentando a eficácia da sessão. Ver Anexo, Figura 47.
- **Cenário 2) Geração de Conteúdo sem Direitos de Autor** - O utilizador deseja aproveitar diferentes capacidades de geração de conteúdo oferecidas por vários modelos de IA, sem se preocupar com direitos de autor. O sistema deve suportar o acesso e a alternância entre diferentes modelos de IA, utilizando conforme necessário, garantindo uma maior flexibilidade na escolha do modelo mais adequado para cada tipo de atividade, sem precisar de pedir autorização nem de se preocupar em licenças de conteúdos digitais. Ver Anexo, Figura 48.

3.4 PLANOS ALTERNATIVOS

Aqui estão os planos alternativos considerados para a implementação do sistema completo. Estes planos exploram diferentes abordagens para a sua integração e possíveis melhorias, garantindo maior flexibilidade e segurança na sua utilização.

- Para além de implementar o sistema na aplicação *Musiquence*, é possível ser desenvolvida numa nova aplicação *web*, *mobile* e/ou *desktop*.
- A necessidade de limitar/restringir a aplicação ao público, para que nenhum utilizador não autorizado não possa aceder ao sistema.

- Haverá uma probabilidade de o utilizador querer inserir uma nova chave e, por isso, talvez seja necessário adicionar essa opção no *frontend* do sistema, onde esta deve estar obscura, total ou parcial, ou num ficheiro de configuração à parte.
- Além disso, o utilizador pode querer ter a opção de poder escolher vários modelos disponíveis, para uma melhor redundância do sistema, especialmente em casos onde administradores desativam ou bloqueiam certos modelos.

4 ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema de geração de conteúdos por IA deve permitir ao utilizador fazer as tarefas necessárias passo por passo. Por isso mesmo, foram feitos diagramas para poder planear e preparar os diferentes caminhos e possíveis interfaces e funcionalidades necessárias para o sistema.

Por isso mesmo, a arquitetura do conjunto de sistemas com IA é dividida em 2 categorias, tal como é apresentada na Figura 8:

1. Sistemas que geram atividades da *Musiquence* (na Figura 14).
2. Sistemas que geram conteúdos multimédia de uma atividade da *Musiquence* - imagens e áudio (na Figura 9).

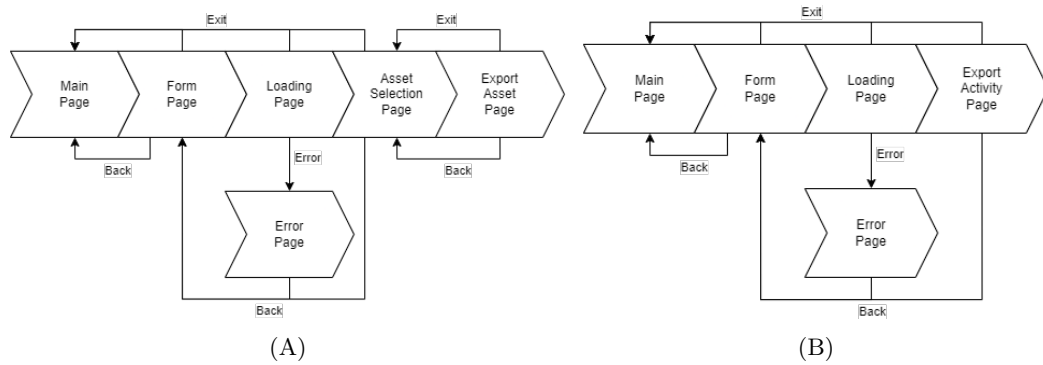


Figura 8: Diagrama de *user flow* do sistema de IA (A) com geração de conteúdos multimédia. (B) com geração de atividades *Musiquence*.

4.1 ARQUITETURA DE GERAÇÃO DE CONTEÚDOS MULTIMÉDIA

Este processo foi feito com base na comparação de sistemas de geração de imagens semelhantes.

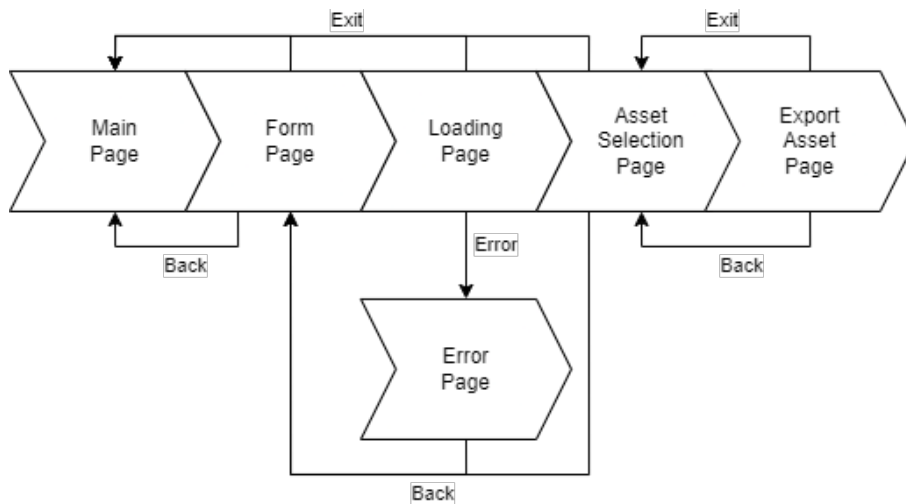


Figura 9: Diagrama de *user flow* do sistema de IA com geração de conteúdos multimédia.

Nos subcapítulos seguintes, cada página de interface e funcionalidade do diagrama de *user flow* presente na Figura 9 será detalhadamente descrita. Cada secção abordará individualmente uma página específica, explicando de forma pormenorizada os elementos visuais, as interações permitidas, o fluxo de navegação e as funcionalidades acessíveis ao utilizador. Será analisado o layout de cada interface, destacando componentes como menus, botões, *inputs* e outras áreas interativas.

4.1.1 Página de Menu Principal

As interfaces da página de menu principal contêm várias opções para o utilizador, com diferentes maneiras de se apresentar na interface. Por isso mesmo, a opção de entrar no sistema de geração de imagens e/ou áudio vai depender de como e onde deve ser apresentado, sem perder a eficiência do sistema de menu principal, tornando-a mais intuitiva ao utilizador. Quando clicar na opção, o sistema deverá apresentar uma nova interface, com um formulário por preencher.

4.1.2 Página de Formulário

Nesta página, é apresentado ao utilizador um formulário para preencher, onde deve introduzir texto e seleccionar certas opções. No geral, este formulário deve conter:

- Um *input* de seleção do modelo de IA a ser utilizado, dando opção ao utilizador a escolha de um presente na lista de modelos disponíveis apresentado;

- Uma caixa de texto para o utilizador inserir uma descrição geral para a geração de imagens e/ou áudio - *prompt*;
- No caso da geração de imagens, um *input* de número de imagens a ser gerado, com limite mínimo e máximo de imagens que o sistema pode gerar, e tamanho da imagem a ser gerado, onde a lista de possíveis tamanhos vai depender do modelo de geração de imagens escolhido;
- No caso da geração de áudio, de forma opcional e se possível, um *input* de vozes e um *input* de velocidade de áudio gerado;

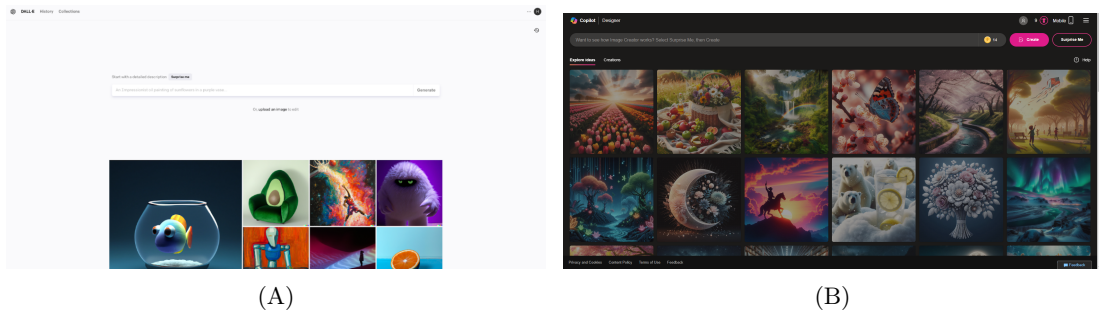


Figura 10: Exemplos de páginas de formulários de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.

4.1.3 Página de *Loading*

Nesta página, o sistema deve processar o conteúdo inserido pelo utilizador, apresentando ao utilizador que está a ser executada a geração por IA, através de uma barra de progresso ou outro formato de progresso.

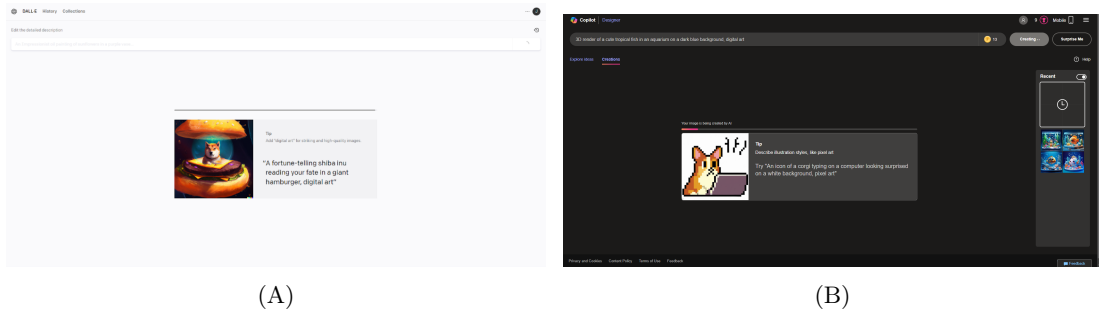


Figura 11: Exemplos de páginas de *loading* de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.

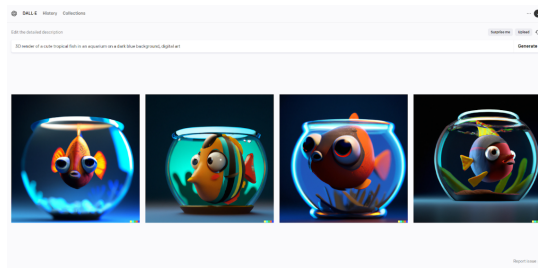
4.1.4 Página de Erro

Esta página só acontece quando ocorrer um erro no sistema de geração de imagens. Caso isto aconteça, o sistema deve apresentar o erro obtido ao utilizador e a possibilidade de voltar atrás.

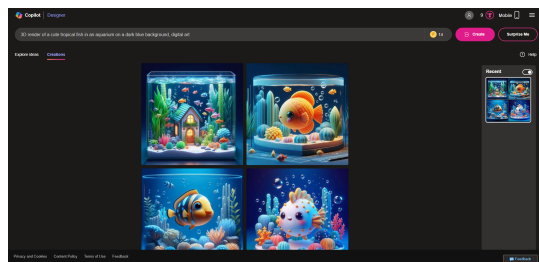
4.1.5 Página de Seleção de Objeto Multimédia

Nesta página, o sistema deve apresentar ao utilizador o(s) objeto(s) gerado(s) através de uma lista ou grelha, para o utilizador escolher só um, assim como várias opções e informações pertinentes ao utilizador. Deve apresentar:

- O *prompt* inserido pelo utilizador no sistema de geração de imagens;
- Um botão de voltar atrás;
- Um botão de gerar de novo a partir do mesmo *prompt* inserido pelo utilizador;



(A)



(B)

Figura 12: Exemplos de páginas de seleção de imagens de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL·E 2. (B) Bing Image Creator.

4.1.6 Página de Confirmação

Nesta página, depois de selecionar, o sistema deve apresentar as possíveis opções e detalhes da geração, incluindo a possibilidade de transferir e exportar como ficheiro de imagem e/ou áudio. Deve apresentar:

- A possibilidade de voltar atrás, através de um botão;
- Um botão para exportar imagem como ficheiro de imagem, com vários formatos para escolher;
- Um botão para exportar imagem como ficheiro de atividade da *Musiquence* no formato adequado, como imagem de fundo ou como resposta;

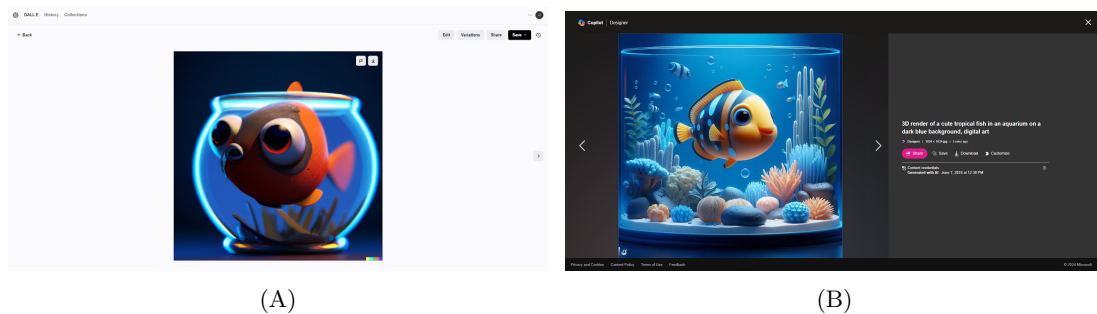


Figura 13: Exemplos de páginas de confirmação de seleção de imagem de sistemas de geração de imagens com IA existentes. (A) DALL-E 2. (B) Bing Image Creator.

4.1.7 Página de Transferência de Ficheiro

Esta página só ocorre quando o utilizador selecionar a opção de transferir conteúdo multimédia ou como ficheiro de imagem ou áudio, como ficheiro de atividade Musiquence. Assim, o sistema deve pedir ao utilizador o diretório do ficheiro a ser guardado.

4.2 ARQUITETURA DE GERAÇÃO DE ATIVIDADES DA *MUSIQUENCE*

Este processo foi feito com base na ferramenta *Musiquence* e nas funcionalidades das atividades presentes, nomeadamente na edição, *load* e *save* de ficheiros de atividades.

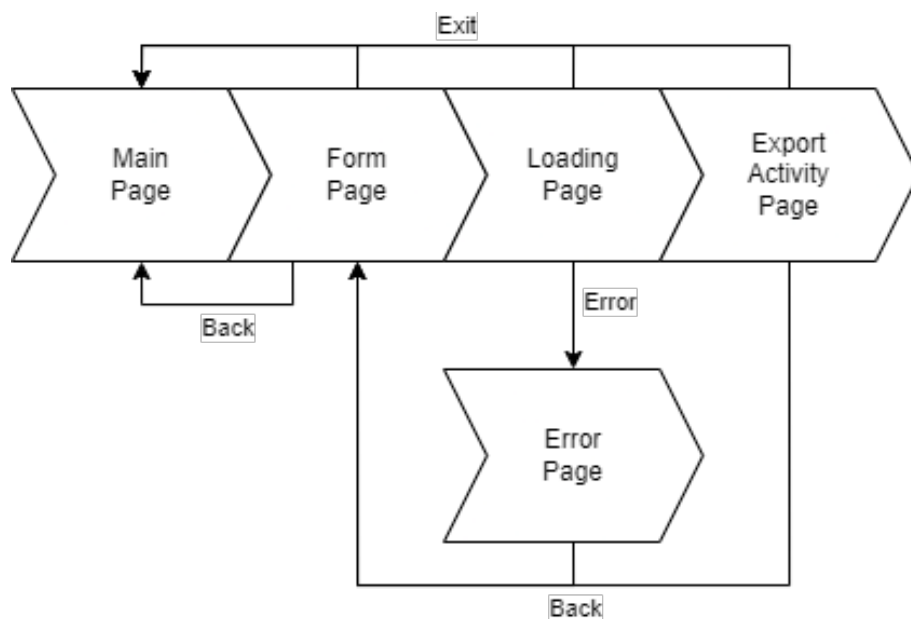


Figura 14: Diagrama de *user flow* do sistema de IA com geração de atividades da *Musiquence*.

Nos subcapítulos seguintes, cada página de interface e funcionalidade do diagrama de *user flow* presente na Figura 14 será detalhadamente descrita. Cada seção abordará individualmente uma página específica, explicando de forma pormenorizada os elementos visuais, as interações permitidas, o fluxo de navegação e as funcionalidades acessíveis ao utilizador. Será analisado o layout de cada interface, destacando componentes como menus, botões, *inputs* e outras áreas interativas.

4.2.1 Página de Menu Principal

Semelhante à página de menu principal da arquitetura de geração de conteúdos multimédia, esta deve apresentar uma interface com várias opções para o utilizador escolher. Quando clicar na opção, o sistema deverá apresentar um formulário para o utilizador preencher.

4.2.2 Página de Formulário

O propósito é de forma semelhante à da arquitetura de geração de conteúdos multimédia, onde deve conter toda a informação necessária para gerar, como, por exemplo:

- Uma opção de seleção de um de entre vários modelos de IA disponíveis para o sistema de geração de atividades;
- Um texto descritivo - *prompt* - para o sistema poder gerar uma ou várias atividades da *Musiquence* de acordo com o que foi pedido;
- Se for possível, uma imagem, juntamente com um *prompt*, para o sistema gerar uma ou mais atividades da *Musiquence* de acordo com o contexto e conteúdo da imagem e do texto;

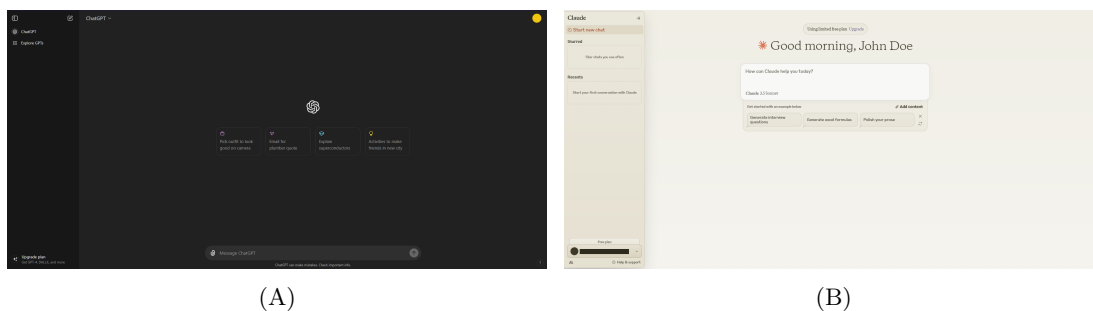
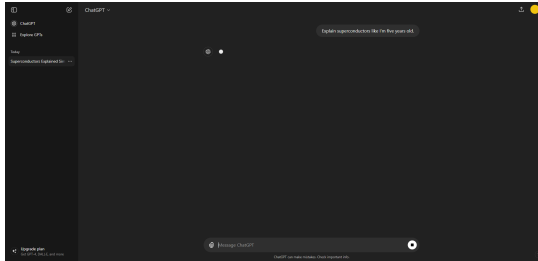


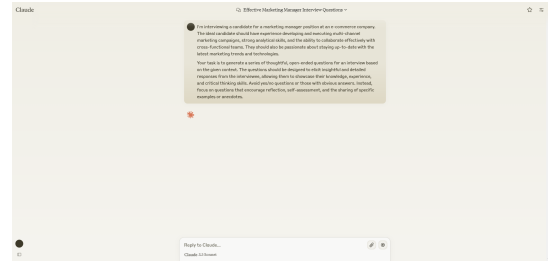
Figura 15: Exemplos de páginas de formulários de sistemas de *chat* com IA existentes. (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.

4.2.3 Página de *Loading*

Neste caso, deve ser apresentado ao utilizador o processamento de geração de atividades, em forma de uma barra de progresso ou um ícone de *loading*.



(A)



(B)

Figura 16: Exemplos de páginas de *loading* de sistemas de *chat* com IA existentes. (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.

4.2.4 Página de Erro

Em caso de ocorrência de erro na fase de processamento de geração de atividades, o sistema deve apresentar ao utilizador uma interface que contenha o tipo e o porquê de ocorrer esse erro, assim como a possibilidade de voltar atrás e repetir o processo de novo.

4.2.5 Página de Exportação da Atividade

Esta página deve apresentar ao utilizador a opção de selecionar o diretório onde vai guardar o ficheiro das atividades da *Musiquence* gerado.

4.2.6 Observações a ter em conta

As ferramentas que utilizam esta arquitetura diferem-se entre si em termos de apresentação da interface. Por exemplo, a geração da atividade a partir de um texto descritivo teve como inspiração a interface de sistemas de *chatbot* com IA, nomeadamente o *ChatGPT* da *OpenAI* e a *Claude.ai*, a assistente virtual do *Anthropic*.

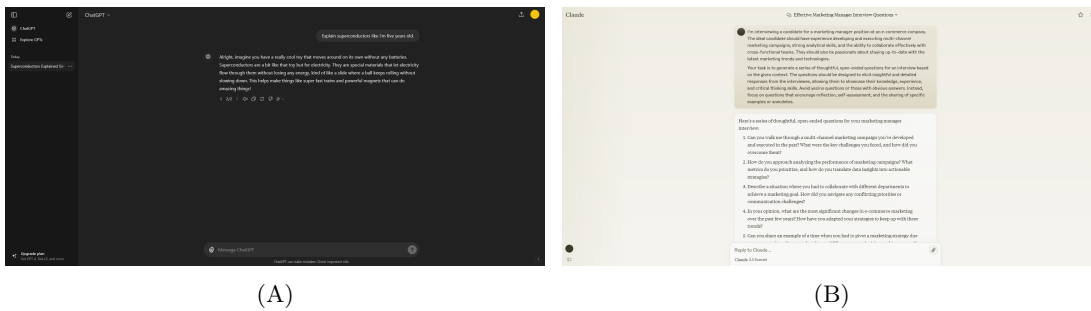


Figura 17: Exemplos de páginas de sistemas de *chat* com IA existentes com respostas do *chatbot*. (A) ChatGPT. (B) Claude.ai.

Por isso mesmo, para o utilizador poder aceder à transferência da atividade num tempo posterior, o *chatbot* também deve incluir uma opção de transferir a atividade gerada na interface do sistema.

4.3 ARQUITETURA DE SOFTWARE DA APLICAÇÃO

Como estes sistemas de IA têm restrições em termos de acesso e autorização, o projeto deve estar incorporado sob a forma de uma aplicação *desktop*, para vários sistemas operativos, nomeadamente o *Windows*, *Linux* e *Mac-OS*, que utilize o web *chromium* no *frontend* da aplicação. De entre várias opções existentes, foi utilizado o *Electron*.

Por isso mesmo, com o *Electron*, a aplicação foi dividida em dois sistemas: o *frontend* e o *backend*, utilizando o padrão *Model-View-Controller*, onde:

- o *Model* é o *backend*, utilizando o *Node.js*;
- o *Controller* é o *Electron*, utilizando o *Inter-Process Communication* que provém do *Electron*;
- o *View* é o *frontend*, utilizando o *Next.js*, uma *framework* de *React*.

A Figura 18 ilustra, de forma clara e objetiva, o diagrama MVC do sistema a ser implementado, incluindo as interações entre as camadas principais.

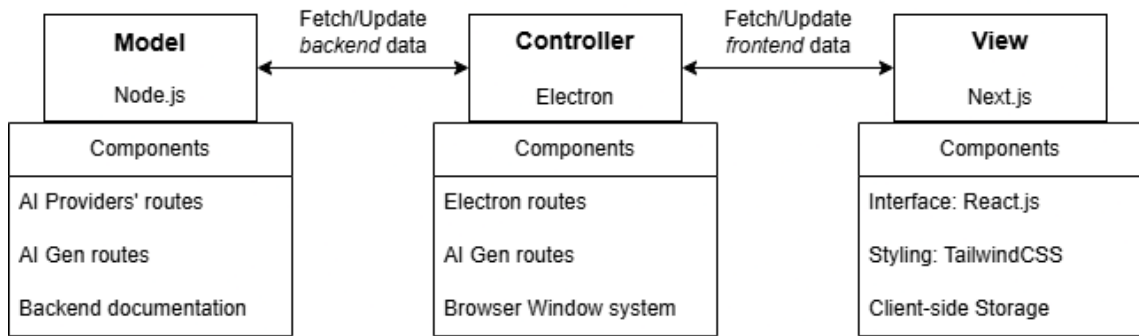


Figura 18: Diagrama MVC do sistema.

Além disso, foram utilizadas várias ferramentas necessárias para a implementação deste sistema, incluindo a procura, utilização e testagem dos modelos de IA existentes e disponíveis ao público, tanto na secção *frontend* como em *backend*. Eis a lista de ferramentas utilizadas para este sistema:

1. Frontend

- Next.js: um *framework* da React para construir aplicações web, com funcionalidades pré-definidas tais como *server-side rendering*, *static site generation* e *API routes*.
- TailwindCSS: uma *framework* de *CSS* onde é implementada uma lista de classes CSS auxiliares que podem ser usadas para customizar cada elemento combinando-as (cores, texto, espessura, entre outros).
- Shadcn/ui: uma biblioteca de componentes de interface reutilizáveis para React.
- DexieDB: Um *wrapper* leve e minimalista para aplicações que utilizam IndexedDB como base de dados.
- IndexedDB: Uma base de dados implementada num *browser*, possibilitando o armazenamento de grandes quantidades de dados.

2. Backend

- OpenAI: Organização de pesquisa em IA que desenvolveu modelos tais como GPT-3.5-Turbo e *DALL·E 2*.
- Ollama: Plataforma *free and open-source software* (FOSS) de gestão de modelos de IA *open-source*, tais como Llama 2 e Llama 3 da *Meta/Facebook* e Gemma e Gemini da *Google*.

- Hugging Face: Uma plataforma web de machine learning (ML) capaz de construir, executar e treinar vários tipos de modelos de IA criados pela comunidade, incluindo geração de imagens e *TTS*. Neste caso, foi utilizado o *Inference API*, utilizando os modelos de forma gratuita e sem construir servidores, usando a chave *API* de uma conta de *Hugging Face*.
- Vercel AI SDK: Funções auxiliares capazes de simplificar e facilitar o processo de construção de aplicações e sistemas de IA.
- Swagger UI: Ferramenta de documentação capaz de gerar documentação em rotas da *API* de forma interativa, onde os utilizadores podem testar e executar pedidos à *API* diretamente na página do *browser*.

Esta lista de ferramentas está sumariada na Tabela 2, que apresenta resumidamente a estrutura do projeto e as componentes a serem utilizadas.

Tabela 2: Estrutura do projeto.

Cross-app: Electron	
Frontend: Next.js	Backend: Node.js
– React.js – TailwindCSS – Shadcn/ui – DexieDB: IndexedDB <i>wrapper</i>	– Modelos de IA • OpenAI: GPT-3.5-Turbo, ... • Ollama: Llama 3, Mistral, Phi 3, Gemma, ... • Hugging Face: Stable Diffusion, Text-To-Speech (TTS) models, ... – Vercel AI SDK – Swagger UI: backend documentation

5 FERRAMENTAS PRESENTES NO SISTEMA

Tendo em conta a arquitetura do projeto apresentado anteriormente, a aplicação desenvolvida contém 8 ferramentas para uma melhor eficiência de trabalho, especialmente no processo de inserção de texto, conteúdos multimédia e outros objetos necessários para as atividades da *Musiquence*. Na Tabela 3, é apresentada a lista de ferramentas implementadas na aplicação, separando-as por utilização de IA.

Tabela 3: Lista de ferramentas implementadas no projeto *Musiquence Toolset*.

Sem IA	Com IA
– <i>Musiquence Web Editor</i> – <i>Musiquence Joiner</i> – <i>Musiquence Splitter</i> – <i>Musiquence Analyser</i>	– <i>Musiquence Chatbot</i> – <i>Musiquence Musimagerator</i> – <i>Musiquence TTS</i> – <i>Musiquence Musicam</i>

Além disso, ainda contém outras funcionalidades, nas definições do sistema, para uma melhor acessibilidade no sistema, nomeadamente na possibilidade de escolher o modo de aparência do sistema, o idioma da aplicação e a gestão dos dados armazenados localmente de cada ferramenta na aplicação.

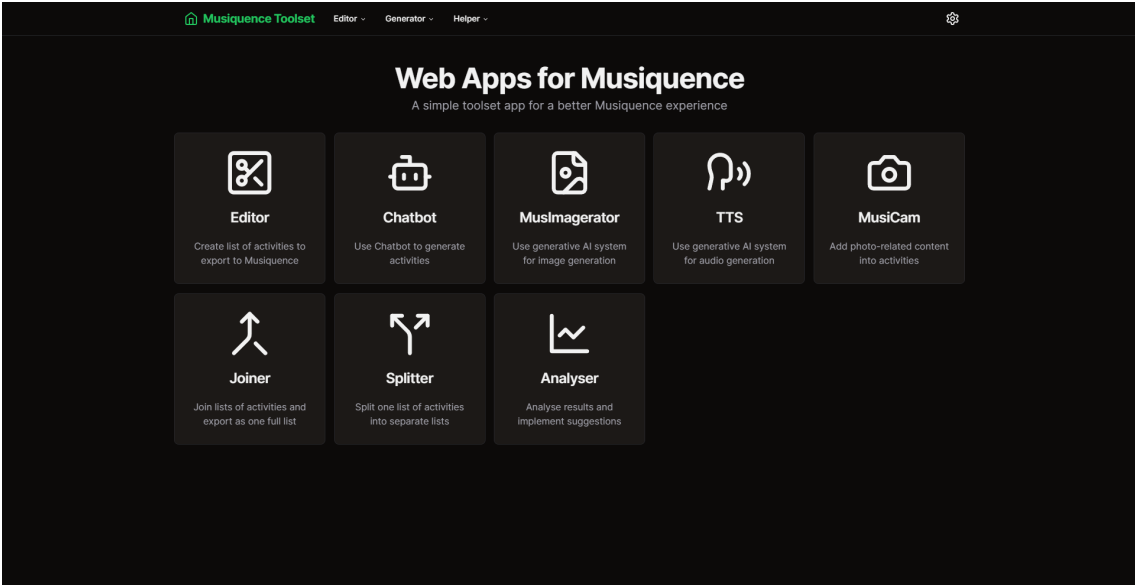


Figura 19: Página principal da aplicação *Musiquence Toolset*.

5.1 MUSIQUENCE WEB EDITOR

Esta ferramenta apresenta uma lista de atividades, onde cada atividade contém diferentes tipos de *inputs*, incluindo texto e conteúdos multimédia, em várias secções:

- Tipo de atividade, em forma de um *select input*.
- Pergunta da atividade, em texto.
- Ficheiro de música e áudio de instruções, com *upload* de ficheiro de áudio.
- Uma imagem de fundo da atividade, com *upload* de ficheiro de imagem e opções de detalhes - por exemplo, a cor de fundo da imagem.
- Uma lista de respostas, onde cada resposta contém o texto, inserção de imagem e opções de detalhes, tais como a cor de texto, cor de fundo, tipo de texto, entre outros.
- Uma lista de definições adicionais, tais como o tempo/duração da atividade e o tempo de resposta.

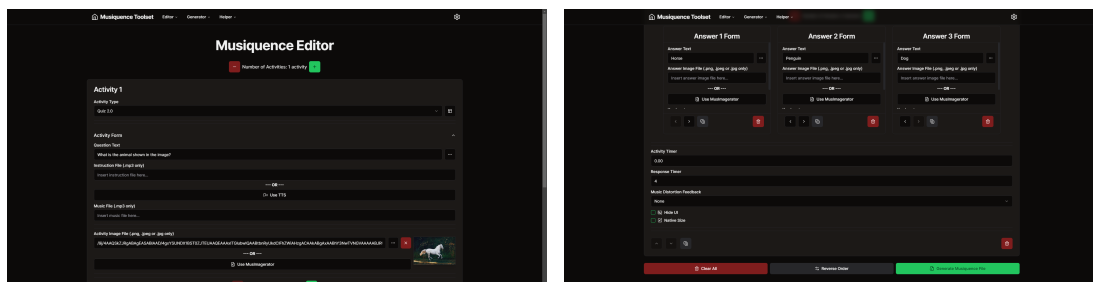


Figura 20: Página de *Musiquence Editor* da aplicação *Musiquence Toolset*.

Além disso, são incluídos várias opções de formatação e apresentação da atividade, incluindo as suas subcomponentes, tais como:

- A escolha de *templates* de posicionamento das componentes da atividade a ser gerada. Por exemplo, pode escolher a opção de *template* onde a pergunta esteja na área superior, as respostas no lado direito e a imagem de fundo no lado esquerdo do ecrã da atividade.
- A possibilidade de escolher outras cores e customizá-las para além das apresentadas na plataforma *Musiquence*.

- A opção de gerar conteúdos multimédia (imagem e áudio) com modelos de IA através das ferramentas *Musiquence Musimagerator* e *Musiquence TTS*.
- A possibilidade de reordenar, duplicar ou remover uma de entre a lista de respostas, assim como a lista de atividades do *Musiquence Editor*.

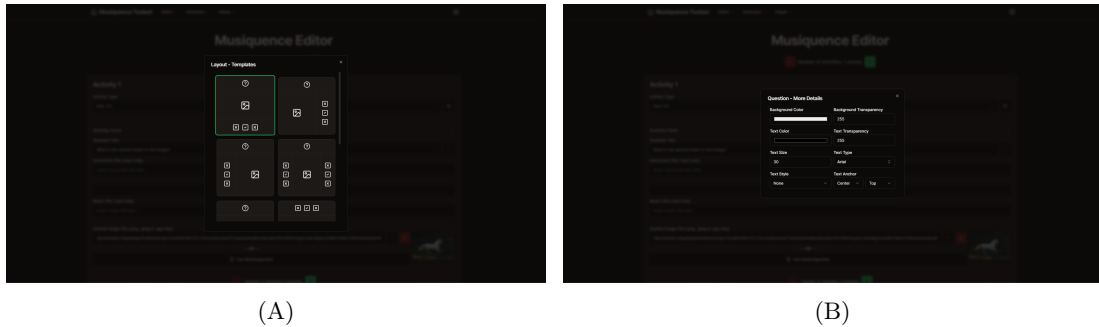


Figura 21: Página de *Musiquence Editor* da aplicação *Musiquence Toolset*. (A) *Popover* de seleção de *template* de posicionamento das componentes da atividade. (B) *Popover* de detalhes de uma componente de texto - cor, tamanho, entre outros.

5.2 MUSIQUENCE CHATBOT

Esta ferramenta permite aos utilizadores gerar atividades da *Musiquence* a partir de um *prompt*. Por isso mesmo, foi tido em conta as interfaces de *chatbots* e adaptada para uma aplicação da *Musiquence*.

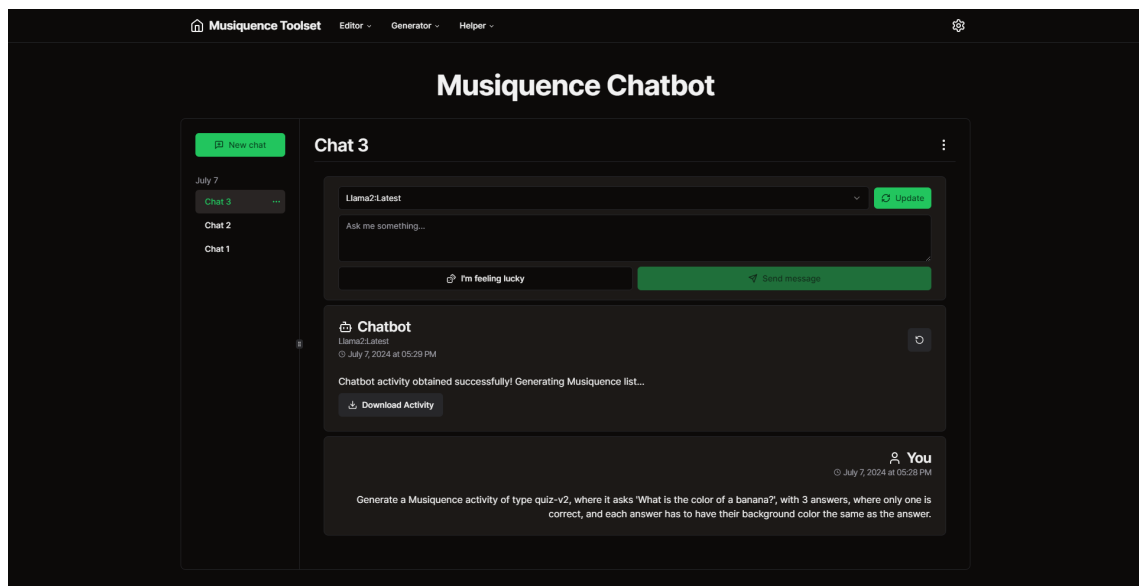


Figura 22: Página de *Musiquence Chatbot* da aplicação *Musiquence Toolset*.

Além da interface e funcionamento básico de um sistema de *chat*, houve mudanças necessárias para uma melhor eficiência de trabalho e de geração das atividades, nomeadamente:

- Na possibilidade de o utilizador escolher um de entre os modelos de IA disponíveis.
- Na possibilidade de gerar atividades *Musiquence* com um contexto aleatório, de forma semelhante ao "*I'm feeling lucky*" presente na página da *Google*. Isto foi implementado para casos em que o utilizador não sabe exatamente o que quer, podendo, assim, receber uma sugestão inesperada e descobrir novos exercícios.
- Na apresentação de exemplos de sugestões de como deve ser inserido o conteúdo necessário para uma melhor facilidade por parte dos utilizadores em gerar as atividades pretendidas de forma precisa e exata.
- Na interface das respostas do *chatbot* não só conter os detalhes tais como o modelo que foi utilizado e a data que foi gerada, mas também a opção de transferir as atividades geradas, para um futuro caso, assim como a possibilidade de refazer a geração, para casos onde ocorreram erros ou gerou informação errada.
- Na possibilidade de editar o nome do *chat*, remover o histórico de mensagens ou até remover por completo o *chat*.

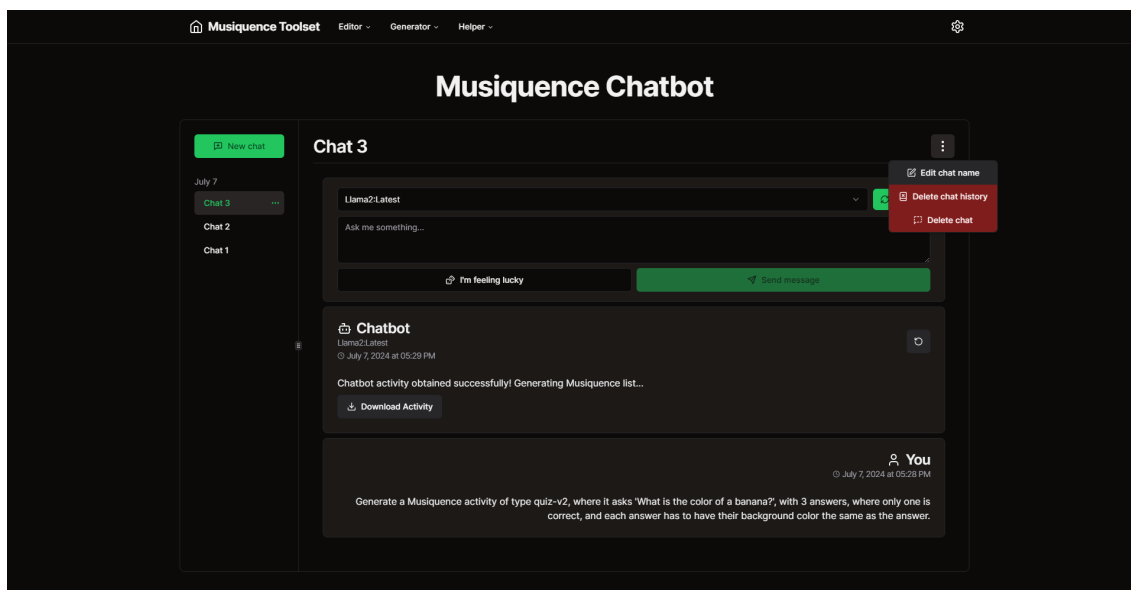


Figura 23: Página de *Musiquence Chatbot* da aplicação *Musiquence Toolset* com opções adicionais de *chat*.

5.3 MUSIQUENCE MUSICAM

Esta ferramenta foi implementada de forma semelhante ao *Musiquence Chatbot*, mas com uma ligeira diferença: a possibilidade de o utilizador inserir uma imagem, além do *prompt*, para o modelo de IA gerar atividades da *Musiquence* com base na visualização da imagem e o contexto do *prompt*.

Esta inserção da imagem pode ser feita ou através da pesquisa de ficheiro de imagem guardada localmente no computador do utilizador ou através da busca de imagens da aplicação *Musiquence Musicam*, uma ferramenta capaz de gerar atividades personalizadas a partir de fotografias obtidas em tempo real.

Adicionalmente, as sugestões de *Musiquence MusiCam* apresentam exemplos em forma de texto e imagem, para facilitar os utilizadores a entender como deve ser inserido o conteúdo necessário para a geração de atividades *Musiquence*.

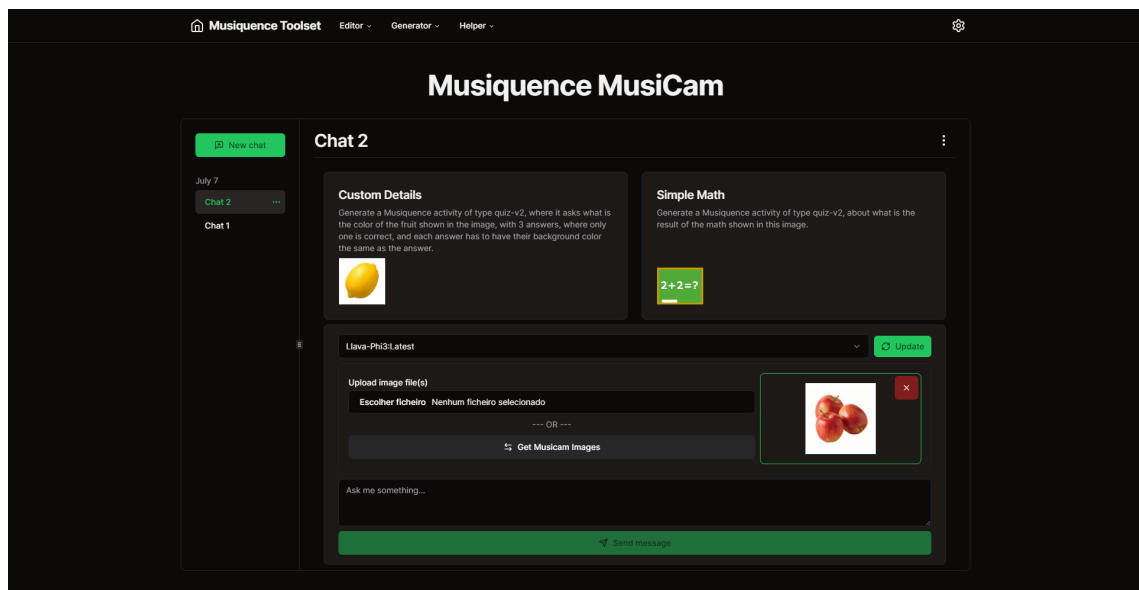


Figura 24: Página de *Musiquence Musicam* da aplicação *Musiquence Toolset*.

5.4 MUSIQUENCE MUSIMAGERATOR

Esta ferramenta foi dividida em 3 áreas, nomeadamente:

- Na geração de imagens a partir de um *prompt*.
- Na geração de variantes a partir de uma imagem.

- Na geração de imagens com substituição de áreas de uma imagem dada a partir de um *prompt*.

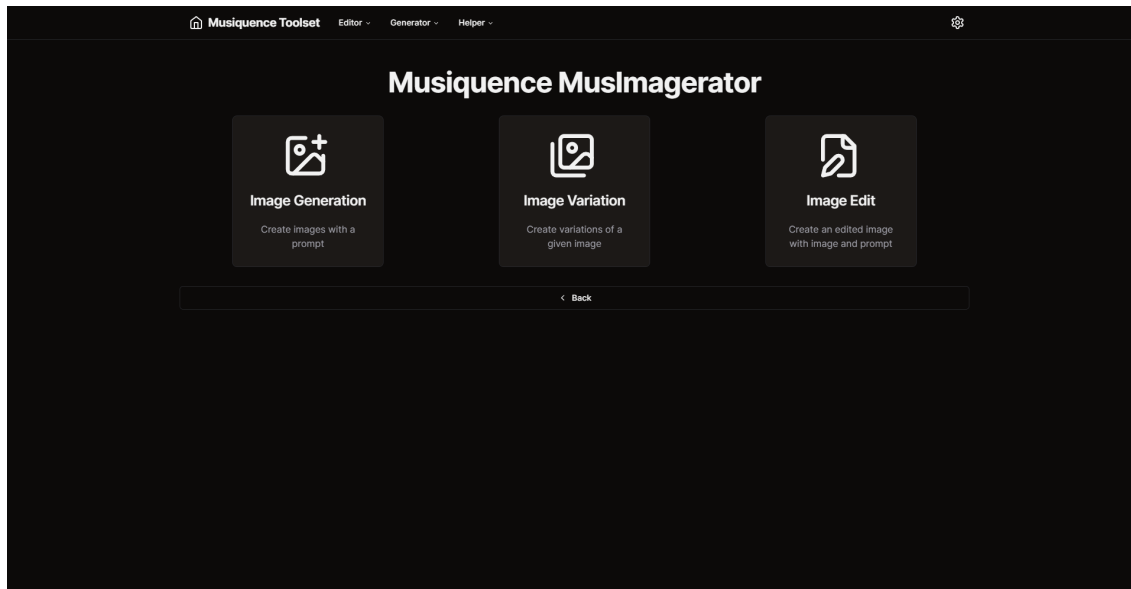


Figura 25: Página de *Musiquence MusImagerator* da aplicação *Musiquence Toolset*.

Ao clicar em qualquer uma das opções, é apresentado um formulário, onde o utilizador deve preencher os dados necessários para a geração de imagens. A estrutura do formulário depende do tipo de modelo de IA escolhido pelo utilizador na seleção de modelos, isto é, enquanto alguns modelos só precisam do *prompt*, número de imagens e tamanhos da imagem, outros modelos precisam dos *inputs* apresentados anteriormente, e também de *inputs* tais como o número de passos da geração de imagens e do quão perto devem estar as imagens do *prompt* inserido pelo utilizador. Todos os *inputs* apresentados são opcionais, exceto o *prompt*.

Figura 26: Página de formulário de *Musiquence MusImagerator* da aplicação *Musiquence Toolset* na área de geração de imagens.

Após confirmar os dados inseridos no formulário, o sistema deverá apresentar uma etapa de *loading* até o sistema de geração de imagens completar o processo. Após isso, o sistema deve apresentar uma lista ou grelha de imagens, assim como o *prompt* inserido pelo utilizador, onde contém várias opções:

- Voltar para a página de formulário.
- Gerar outra vez as imagens com os mesmos dados inseridos no formulário anterior.
- Exportar as imagens como ficheiro de imagem, disponíveis nos formatos *PNG*, *JPEG* ou *JPG*. Esta opção é possível tanto para todas as imagens criadas, como também para a imagem selecionada.
- Exportar a imagem selecionada como incluída na atividade, no formato de atividade da *Musiquence*, como imagem de fundo, resposta da atividade ou em uma das duas categorias da atividade de associação da *Musiquence*.

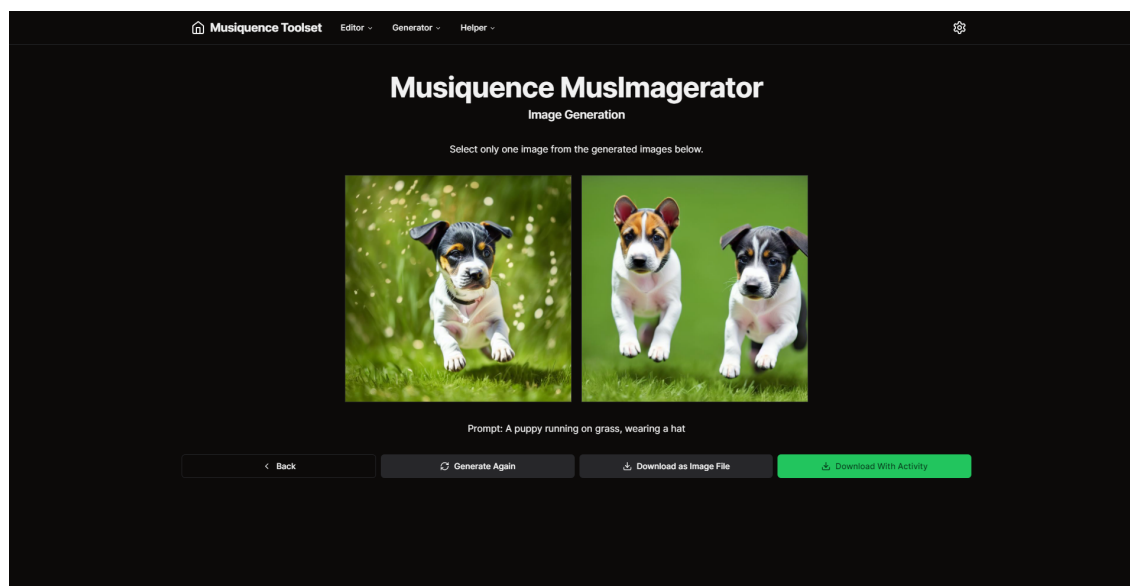


Figura 27: Página de seleção de imagem de *Musiquence MusImagerator* da aplicação *Musiquence Toolset* na área de geração de imagens.

Todo este processo é guardado num histórico de imagens geradas por esta ferramenta, onde o utilizador consegue selecionar uma lista de imagens gerada num tempo passado.

5.5 MUSIQUENCE TTS

Esta ferramenta permite aos utilizadores gerar ficheiros de áudio a partir do texto inserido, para depois poder ser exportado como ficheiro áudio, no formato *MP3*, ou como ficheiro *Musiquence* como áudio de instruções.

Assim, é necessário que o utilizador selecione o modelo *TTS* pretendido, assim como o texto que a fala gerada vai seguir. Dependendo do modelo selecionado, também pode incluir a escolha de vozes disponíveis e a velocidade da voz.

Depois do sistema gerar o áudio, o sistema deve apresentar não só as opções de exportação, como também a opção de abrir e localizar o ficheiro de áudio gerado localmente no computador e o histórico de ficheiros de áudio gerados, onde o utilizador consegue selecionar um ficheiro de áudio gerado num tempo passado. Além disso, é apresentado um leitor de áudio (*audio player*), onde é possível ajustar o tempo e o volume do áudio gerado ou selecionado no histórico de ficheiros de áudio gerados.

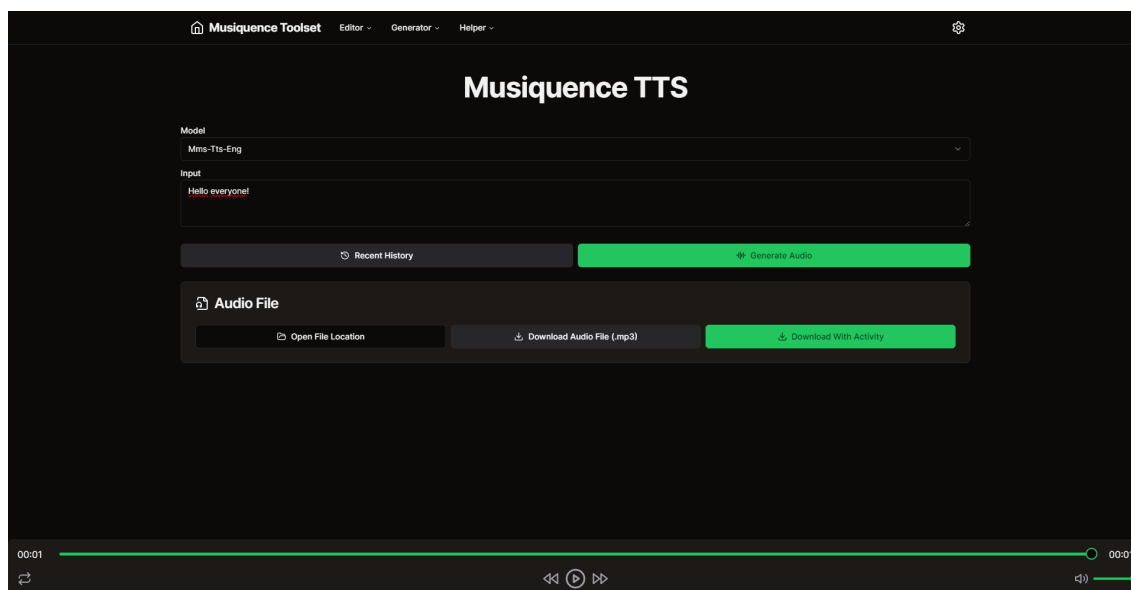


Figura 28: Página de *Musiquence TTS* da aplicação *Musiquence Toolset*.

5.6 MUSIQUENCE JOINER

Esta ferramenta permite ao utilizador juntar listas de atividades *Musiquence* e exportá-las num único ficheiro de atividades *Musiquence*, para uma melhor organização de ficheiros e atividades da plataforma *Musiquence*, assim como a possibilidade de executar toda a lista de atividades uma única vez sem ter que manualmente inserir todos os dados necessários (texto, imagens, ...).

Por isso mesmo, o utilizador pode inserir vários ficheiros de listas de atividades de *Musiquence*, e, conseqüentemente, visualizar o conteúdo de cada atividade, incluindo o nome do ficheiro original de onde provém. Além disso, o utilizador pode reordenar as atividades da lista, assim como duplicar ou remover a atividade pretendida.

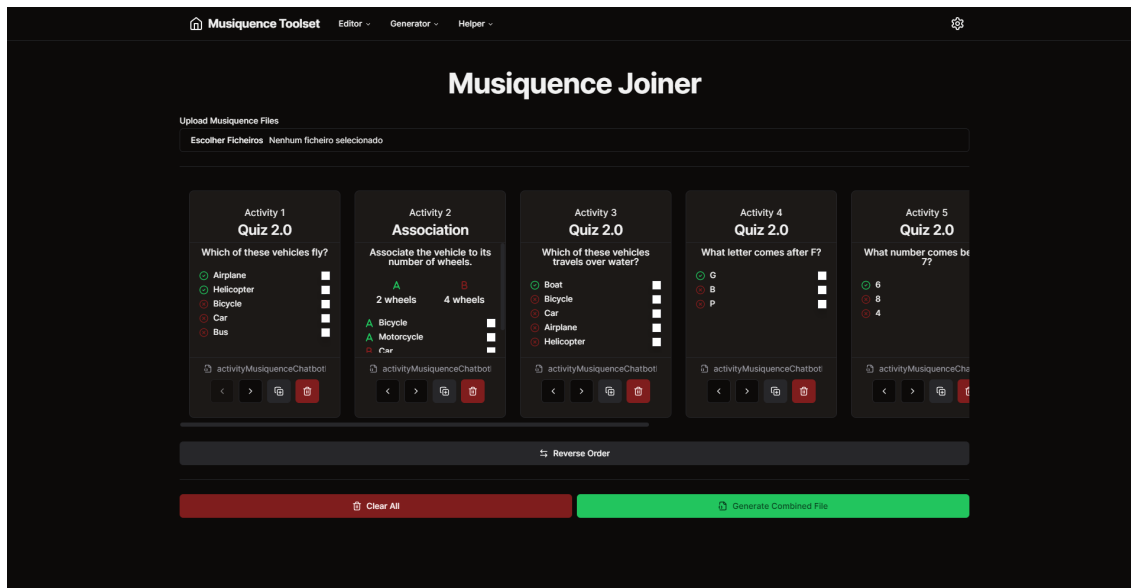
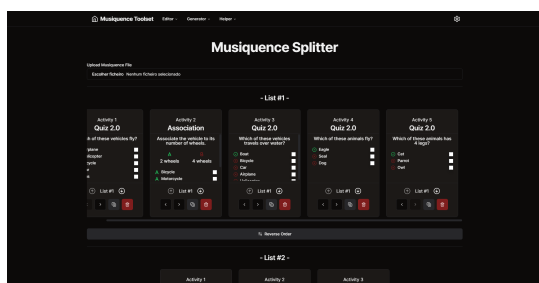


Figura 29: Página de *Musiquence Joiner* da aplicação *Musiquence Toolset*.

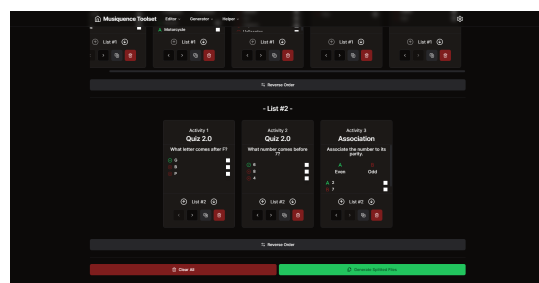
5.7 MUSIQUENCE SPLITTER

Esta ferramenta permite ao utilizador separar uma lista de atividades *Musiquence* e exportá-la em vários ficheiros de atividades *Musiquence* separadas, para uma melhor organização de ficheiros, especialmente quando o utilizador só pretende usar certas atividades de entre várias da lista.

Assim, o utilizador pode inserir só um ficheiro que contém a lista de atividades de *Musiquence*, e, conseqüentemente, visualizar o conteúdo de cada atividade. De forma semelhante ao *Musiquence Joiner*, o utilizador pode reordenar, duplicar ou remover as atividades da lista. Adicionalmente, o utilizador pode separar atividades em várias listas.



(A)



(B)

Figura 30: Página de *Musiquence Splitter* da aplicação *Musiquence Toolset*. (A) Parte 1. (B) Parte 2.

5.8 MUSIQUENCE ANALYSER

Esta ferramenta permite ao utilizador gerar atividades *Musiquence* com base nos resultados dados, e, consequentemente, a recomendação do sistema selecionada pelo utilizador.

Logo, o utilizador consegue inserir um ficheiro de lista de atividades de *Musiquence*, onde cada atividade vai conter dados de preenchimento de resultados em 2 áreas: **percentagem de sucesso (%)** e **intervalo de dificuldade da atividade**.

- **Percentagem de sucesso (%)**: é dada uma lista de opções de percentagens de sucesso, dependendo do número de respostas corretas e incorretas.
- **Intervalo de dificuldade da atividade**: é dado um intervalo em *slider*, onde o utilizador deve seleccionar a percentagem mínima e máxima da dificuldade pretendida da atividade.

Este processo de preenchimento pode ser feito de duas maneiras: de forma manual ou através da inserção de ficheiros de resultados gerados durante a sessão de *Musiquence*, no formato *CSV*, onde são comparados os identificadores únicos entre os ficheiros de resultados e os ficheiros das atividades, a fim de verificar se os resultados gerados pertencem a uma das atividades inseridas na ferramenta.

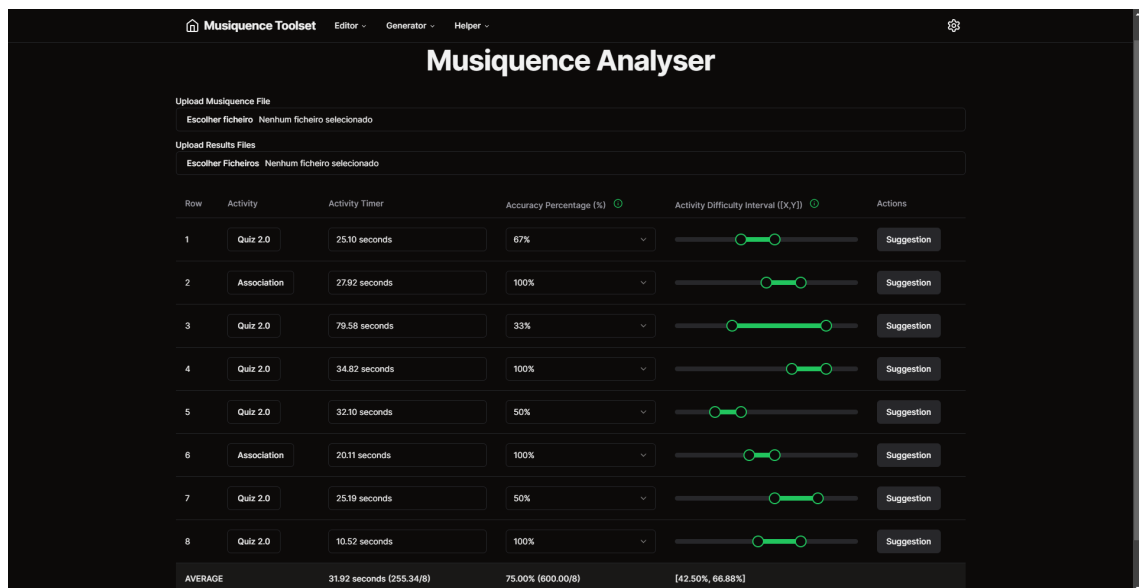


Figura 31: Página principal de *Musiquence Analyser* da aplicação *Musiquence Toolset*.

Assim, o sistema deve calcular e gerar recomendações com base nos dois dados apresentados anteriormente, nesta forma:

- Se a percentagem de sucesso for menor que a percentagem mínima do intervalo, a dificuldade da atividade foi demasiado difícil para o participante, e, consequentemente, são dadas várias recomendações para facilitar a atividade.
- Se a percentagem de sucesso estiver dentro do intervalo de dificuldade da atividade, inclusive, a dificuldade da atividade foi ideal para o participante, e, por conseguinte, não é dada nenhuma recomendação.
- Se a percentagem de sucesso for maior que a percentagem máxima do intervalo, a dificuldade da atividade foi demasiado fácil para o participante, e, consequentemente, são dadas várias recomendações para dificultar essa atividade.

As recomendações dadas na ferramenta após a verificação dos valores dependem do conteúdo da atividade existentes. Por exemplo, se a atividade não tem música, a opção de adicionar distorção de música é desativada. A Tabela 4 apresenta a lista de recomendações implementadas na ferramenta *Musiquence Analyser*.

Tabela 4: Lista de sugestões implementadas na ferramenta *Musiquence Analyser*.

Activity Too Easy	Activity Too Hard
– Add one incorrect answer – Remove one correct answer – Shuffle answers' positions – Remove music distortion – Less activity timer – Set activity timer	– Remove one incorrect answer – Add one correct answer – Shuffle answers' positions – Add music distortion – More activity timer – Remove activity timer

Após selecionar a recomendação e possível formulário, deve ser apresentada ao utilizador a opção de transferir a atividade com a recomendação implementada.

5.9 OUTRAS FUNCIONALIDADES

Além das ferramentas implementadas na aplicação, foram desenvolvidas as definições do sistema, repartidas em três secções:

1. Modo/Tema da aplicação: Modo Claro/Escuro/Sistema.

- 2. Idioma da aplicação.
- 3. Gestão de dados armazenados.

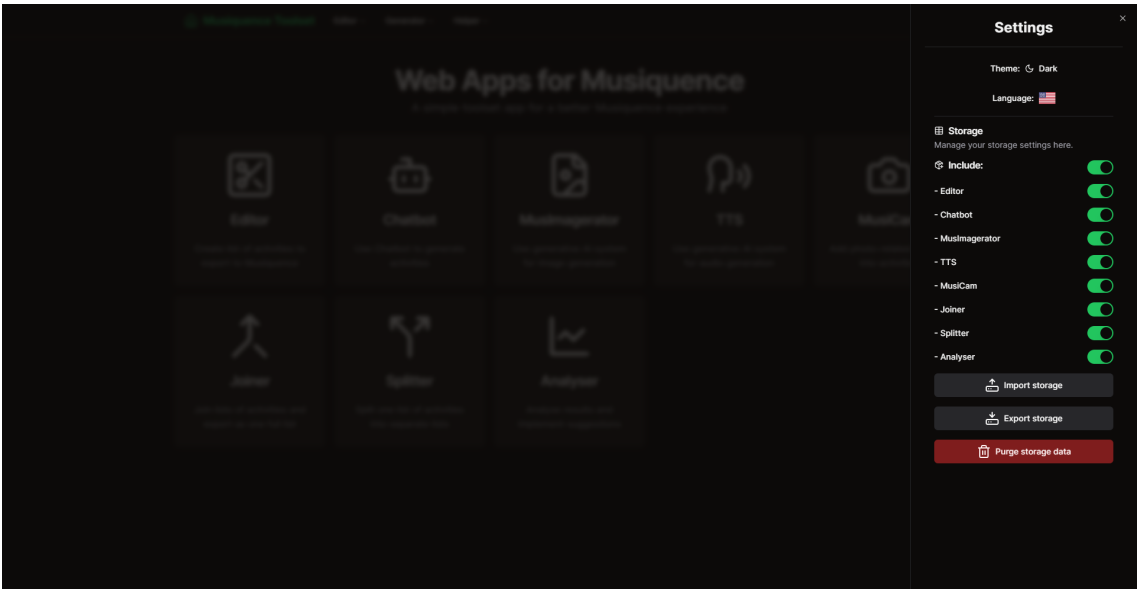


Figura 32: Página principal da aplicação *Musiquence Toolset*, com uma lista de definições.

5.9.1 Modo Claro/Escuro/Sistema

Para uma melhor acessibilidade e redução de cansaço visual, o sistema contém uma opção de escolha de cores da aplicação - cores claras (o branco como a cor mais predominante) ou escuras (o preto como a cor mais predominante). A última opção - modo sistema - vai depender do tema de cores escolhido pelo sistema operativo do computador a ser utilizado.

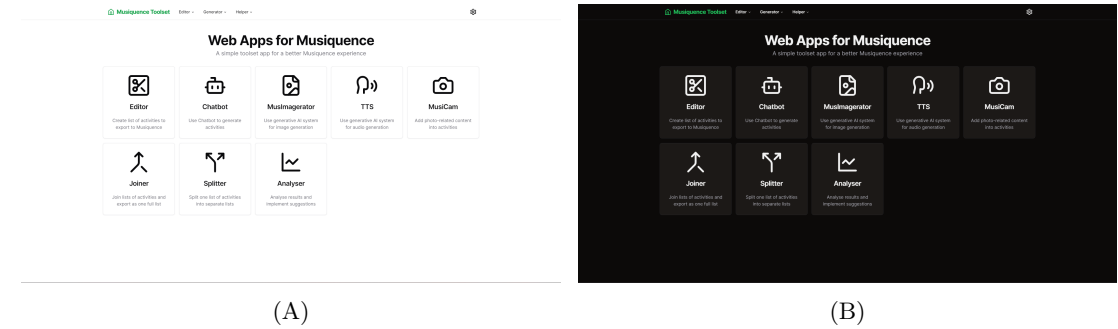


Figura 33: Página principal da aplicação *Musiquence Toolset*. (A) Modo claro. (B) Modo escuro.

5.9.2 Idioma/Linguagem da aplicação

Para os utilizadores perceberem o conteúdo da aplicação toda, especialmente em casos onde há barreiras linguísticas, foram implementadas dois idiomas na aplicação: o Português-Portugal e o Inglês.

5.9.3 Gestão de dados armazenados

Esta funcionalidade permite aos utilizadores importar, exportar ou remover os dados guardados na aplicação *Musiquence Toolset*, onde é possível controlar quais ferramentas vão ser afetadas.

No caso de importar, é necessário o utilizador escolher um ficheiro no formato *JSON* guardado localmente no computador para importar certos dados, dependendo da escolha de ferramentas selecionadas para alterar.

No caso de exportar, os dados de ferramentas selecionadas são exportados e guardados num ficheiro *JSON* para depois ser guardada localmente no computador no diretório pretendido.

No caso de remover, os dados de ferramentas selecionadas são removidos, repondo essas variáveis no formato de fábrica, isto é, no estado como estava quando o sistema foi aberto pela primeira vez.

6 TOOLSET API

Tendo em conta a arquitetura do *frontend* e as ferramentas integradas na aplicação *Musiquence Toolset* apresentadas anteriormente, foram desenvolvidas rotas específicas tanto no *backend* (servidor *Node.js*) quanto no *controller* (*Electron*) do sistema. Essa estrutura permite uma comunicação eficiente entre a interface do utilizador e os processos de *backend*, garantindo que as operações sejam executadas de forma ágil e precisa. As rotas foram implementadas para otimizar o fluxo de dados e facilitar a integração destas, especialmente aqueles que integram com os modelos de IA, proporcionando uma experiência fluente e respostas rápidas a partir das funcionalidades oferecidas pela aplicação.

Assim, este capítulo descreve as diferentes rotas de API presentes no projeto, incluindo detalhes sobre os pedidos (*requests*), os seus objetivos, os modelos de IA utilizados e os resultados gerados, considerando as ferramentas implementadas no projeto.

6.1 ROTAS GERAIS

6.1.1 / (GET)

- **Resumo:** Esta rota responde a um pedido GET com uma mensagem de boas-vindas, indicando que o servidor está em funcionamento.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Não aplicável.
- **Modelos de IA usados:** Não aplicável.
- **Resultado Final:** Retorna uma string simples, "Hello from Electron + Express!", como resposta ao pedido.
- **Observações adicionais:** Esta rota é útil para testes iniciais e para verificar se o servidor está a funcionar corretamente antes de fazer pedidos a rotas mais complexas.

6.1.2 /api/generate_json (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma lista de atividades da *Musiquence* no formato JSON a partir de uma lista de parâmetros de atividades fornecida no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Editor, Chatbot, Musimagerator, TTS, Musicam

- **Modelos de IA usados:** OpenAI, Hugging Face (para geração de imagens)
- **Resultado Final:** Gera uma estrutura JSON contendo as atividades Musiquence, pronta para ser usada em diferentes módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** Nesta rota, são implementados os *templates* de posicionamento das componentes das atividades. Além disso, é feita a programação dinâmica de um *skeleton* de uma atividade da Musiquence, onde são reatualizados todos os IDs e referências necessários no formato JSON, para que possam ser armazenados localmente no computador do utilizador.

6.1.3 /api/build_json (POST)

- **Resumo:** Esta rota constrói uma lista de atividades da *Musiquence* no formato JSON a partir de uma lista de atividades da *Musiquence* fornecida no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Analyser, Joiner, Splitter
- **Modelos de IA usados:** Não aplicável.
- **Resultado Final:** Gera uma estrutura JSON contendo as atividades Musiquence, pronta para ser usada em diferentes módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** Nesta rota, é feita a programação dinâmica das atividades da *Musiquence* existentes no pedido, onde são reatualizados todos os IDs e referências necessários no formato JSON, para que possam ser armazenados localmente no computador do utilizador.

6.2 ROTAS DO OPENAI

6.2.1 /api/open_ai/list (GET)

- **Resumo:** Esta rota lista todos os modelos disponíveis da *OpenAI* guardados numa variável local. Ao ser chamada, retorna uma lista de modelos que podem ser utilizados em diferentes operações dentro da aplicação.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Editor, Chatbot, Musimagerator, TTS, Musicam
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (guardados localmente numa variável local).
- **Resultado Final:** Gera uma estrutura JSON contendo uma lista de modelos OpenAI, permitindo que os utilizadores selecionem o modelo desejado para realizar operações específicas.

- **Observações adicionais:** Esta rota é fundamental para obter uma visão geral dos modelos disponíveis da OpenAI e facilitar a seleção do modelo mais adequado para as tarefas a serem realizadas na aplicação.

6.2.2 /api/open_ai/image/generation (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera imagens em formato base64 utilizando modelos da *OpenAI* com base em um *prompt* fornecido no corpo do request, assim como o número de imagens a gerar, o modelo a ser utilizado, e outros parâmetros como tamanho e qualidade da imagem.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator, Editor.
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (DALL-E 2 e DALL-E 3).
- **Resultado Final:** Gera um array JSON contendo as imagens criadas, juntamente com as suas dimensões, pronto para ser utilizado em diferentes módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** Os parâmetros de entrada permitem a personalização da geração de imagens, como ajuste de tamanho e qualidade, o que proporciona flexibilidade na criação de conteúdo visual. A rota lida com erros de forma robusta, retornando mensagens apropriadas em caso de falha na geração das imagens.

6.2.3 /api/open_ai/image/variation (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera variações de uma imagem utilizando modelos da OpenAI, a partir de uma imagem fornecida no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (DALL-E 2).
- **Resultado Final:** Gera uma lista de imagens variantes da imagem original, pronta para ser utilizada em diferentes módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** A rota aceita uma imagem em formato base64 e permite especificar o número de variações a serem geradas, assim como os parâmetros de tamanho. As imagens resultantes são retornadas em formato base64.

6.2.4 /api/open_ai/image/edit (POST)

- **Resumo:** Esta rota edita uma imagem usando modelos da OpenAI, permitindo ao utilizador modificar imagens existentes com base em um prompt e uma máscara de edição. O utilizador pode especificar o número de imagens a serem geradas, o modelo a ser utilizado, e outros parâmetros como o tamanho da imagem.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator.
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (DALL-E 2).
- **Resultado Final:** Gera uma ou mais imagens editadas com base nas especificações do utilizador, retornando os dados da imagem em formato base64 e as suas dimensões.
- **Observações adicionais:** A edição da imagem é realizada através do envio de uma imagem original, uma máscara que define as áreas a serem alteradas, e um prompt que descreve a edição desejada.

6.2.5 /api/open_ai/tts (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera um áudio a partir de texto usando modelos de TTS da OpenAI. O áudio é retornado no formato MP3, pronto para ser utilizado.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Editor, TTS.
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (TTS-1 e TTS-1-HD).
- **Resultado Final:** Gera um áudio em formato MP3 a partir do texto fornecido, retornando também o caminho do arquivo gerado e a formatação do áudio em base64.
- **Observações adicionais:** O áudio gerado é salvo num diretório específico no computador localmente. A rota aceita parâmetros como a velocidade da fala e o modelo de voz a ser utilizado, permitindo personalizar a saída de áudio conforme as necessidades do utilizador.

6.2.6 /api/open_ai/chat (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma mensagem de chat utilizando modelos da OpenAI, processando-a e inserindo-a numa lista de mensagens fornecida no corpo do request. A rota utiliza um modelo específico para gerar uma lista de atividades da *Musiquence* a partir da conversa.

- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Chatbot.
- **Modelos de IA usados:** OpenAI.
- **Resultado Final:** Gera uma resposta de chat que inclui uma lista de atividades da *Musiquence*, pronta para ser usada.
- **Observações adicionais:** Esta rota permite a personalização do comportamento do modelo através de mensagens do sistema e exemplos de pergunta-resposta (*Few-Shot Prompting*). O conteúdo da mensagem de resposta criada pela IA será sempre no formato JSON de uma lista de atividades da *Musiquence*, onde isto é possível através do *Zod schematic* implementado. A geração de atividades é realizada de forma dinâmica, garantindo que todos os IDs e referências sejam atualizados conforme necessário.

6.2.7 /api/open_ai/musicam (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma mensagem de chat utilizando modelos de visão da OpenAI, combinando um prompt e uma imagem fornecida em base64. A rota processa a informação recebida e responde com uma lista de atividades da Musiquence.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musicam
- **Modelos de IA usados:** OpenAI (modelos de visão)
- **Resultado Final:** Gera uma resposta em formato JSON que inclui uma mensagem de chat, indicando que a lista de atividades da *Musiquence* está a acabar de ser gerada.
- **Observações adicionais:** A rota transforma as mensagens recebidas para incluir imagens, garantindo que sejam processadas corretamente. As mensagens são enriquecidas com exemplos pré-definidos (*Few-Shot Prompting*) e instruções do sistema antes de serem enviadas para o modelo, permitindo uma geração de atividades mais precisa.

6.3 ROTAS DO OLLAMA

6.3.1 /api/ollama/list (GET)

- **Resumo:** Esta rota permite listar todos os modelos disponíveis no servidor Ollama, retornando uma lista que pode ser utilizada para diferentes propósitos na aplicação.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Chatbot, Musicam

- **Modelos de IA usados:** Ollama
- **Resultado Final:** Retorna uma estrutura JSON contendo a lista de modelos disponíveis no servidor Ollama, prontos para serem utilizados nas operações da aplicação.
- **Observações adicionais:** Caso ocorra algum erro durante a requisição, a rota retornará uma mensagem de erro indicando a falha, como por exemplo, problemas de conexão com o servidor ou a indisponibilidade dos modelos.

6.3.2 /api/ollama/pull (POST)

- **Resumo:** Esta rota adiciona um modelo Ollama ao servidor, permitindo que o modelo seja utilizado em futuras interações. O nome do modelo deve ser especificado no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Não aplicável.
- **Modelos de IA usados:** Ollama
- **Resultado Final:** A rota retorna uma resposta que confirma a adição do modelo, incluindo informações sobre o modelo carregado.
- **Observações adicionais:** Caso o modelo não esteja definido ou não exista, ou se houver um problema com o servidor Ollama, a rota retornará um erro apropriado.

6.3.3 /api/ollama/delete (POST)

- **Resumo:** Esta rota é responsável por eliminar um modelo do servidor Ollama. O modelo a ser eliminado é especificado no corpo da requisição.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Não aplicável.
- **Modelos de IA usados:** Ollama.
- **Resultado Final:** O modelo é removido do servidor Ollama, e uma resposta de sucesso é retornada se a operação for bem-sucedida.
- **Observações adicionais:** Esta rota requer que o nome do modelo a ser deletado seja enviado no corpo da requisição. Se o modelo não estiver definido ou não existir, uma mensagem de erro é retornada.

6.3.4 /api/ollama/chat (POST)

- **Resumo:** Esta rota permite a geração de mensagens de chat utilizando modelos de IA da Ollama, através de uma série de mensagens e um modelo específico, permitindo interações dinâmicas com o sistema.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Chatbot.
- **Modelos de IA usados:** Ollama (modelos como llama3:latest e phi3:latest)
- **Resultado Final:** Retorna uma resposta formatada que inclui a atividade gerada, pronta para ser utilizada e importada na plataforma digital *Musiquence*.
- **Observações adicionais:** Esta rota processa as mensagens enviadas, transformando imagens em dados adequados e ajustando o formato das mensagens conforme necessário. As mensagens são enriquecidas com instruções pré-definidas e exemplos (*Few-Shot Prompting*) para melhor guiar o modelo, garantindo uma resposta mais precisa e relevante.

6.3.5 /api/ollama/musicam (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma mensagem de chat utilizando modelos de visão da Ollama, combinando um prompt textual e uma imagem enviada no corpo do request. É utilizada para criar atividades interativas no contexto da *Musiquence*, onde a imagem e a mensagem fornecem contexto para a geração de respostas.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musicam
- **Modelos de IA usados:** Ollama (modelos de visão como llava:latest)
- **Resultado Final:** Gera uma resposta em formato JSON que inclui uma mensagem de chat, indicando que a lista de atividades da *Musiquence* está a acabar de ser gerada.
- **Observações adicionais:** A rota transforma as mensagens de entrada para incluir imagens como parte do conteúdo. Além disso, organiza as mensagens para garantir que são adequadas para o modelo de IA utilizado, incorporando instruções de sistema e exemplos pré-definidos (*Few-Shot Prompting*).

6.4 ROTAS DO HUGGING FACE

6.4.1 /api/hugging_face/list (GET)

- **Resumo:** Esta rota recupera uma lista de modelos disponíveis numa variável local com a plataforma *Hugging Face*. A informação é obtida através de um pedido à API, que retorna uma lista de modelos com os seus respectivos detalhes.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Não aplicável.
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face (guardados localmente numa variável local).
- **Resultado Final:** Retorna uma estrutura JSON contendo informações sobre os modelos disponíveis, como nome, descrição e tipo de tarefa que cada modelo pode realizar.
- **Observações adicionais:** Esta rota é essencial para integrar funcionalidades baseadas em modelos de IA, permitindo que os utilizadores acedem e utilizem modelos variados para as suas necessidades.

6.4.2 /api/hugging_face/search (POST)

- **Resumo:** Esta rota realiza uma pesquisa por modelos disponíveis na plataforma Hugging Face, com base nos parâmetros fornecidos no corpo do request. O objetivo é facilitar a pesquisa e seleção de modelos de IA específicos para diferentes finalidades.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Não aplicável.
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face
- **Resultado Final:** Retorna uma lista de modelos correspondentes aos critérios de pesquisa, estruturada em formato JSON, pronta para ser utilizada em diversos módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** Esta rota inclui funcionalidades de filtragem e ordenação dos modelos, permitindo uma pesquisa mais eficiente. Além disso, os resultados podem ser utilizados para integrar modelos de IA nas diferentes ferramentas da aplicação *Musiquence Toolset*.

6.4.3 /api/hugging_face/image/generation (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma imagem a partir de um conjunto de parâmetros fornecidos no corpo do request, utilizando os modelos disponíveis na plataforma Hugging Face.

- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator, Editor.
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face.
- **Resultado Final:** Gera uma imagem no formato base64 que pode ser utilizada em diferentes contextos dentro da aplicação, assim como as suas dimensões.
- **Observações adicionais:** A rota inclui opções de personalização da geração da imagem, permitindo ajustes nos parâmetros de entrada, como estilo, dimensão e outras características específicas da imagem desejada.

6.4.4 /api/hugging_face/image/variation (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma nova variante de uma imagem a partir de uma imagem de entrada fornecida no corpo do request. A variação é gerada utilizando modelos de IA da Hugging Face.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face (modelos *image-to-image*)
- **Resultado Final:** Retorna uma nova imagem em formato JSON, que contém a versão variada da imagem original, pronta para ser utilizada em diferentes módulos da aplicação.
- **Observações adicionais:** Esta rota permite a manipulação criativa de imagens, permitindo que os utilizadores experimentem diferentes variações de uma imagem original. Além disso, os parâmetros de configuração para a variação da imagem podem ser ajustados conforme necessário, facilitando a personalização do resultado.

6.4.5 /api/hugging_face/image/edit (POST)

- **Resumo:** Esta rota edita imagens utilizando modelos da *Hugging Face*, com base nas especificações fornecidas no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musimagerator
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face (para modelos *image-to-image*)
- **Resultado Final:** Produz uma nova imagem editada que reflete as alterações solicitadas pelo utilizador, pronta para ser utilizada em diferentes contextos da aplicação.

- **Observações adicionais:** As imagens editadas são formatadas em base64, de maneira a serem facilmente integradas nos módulos da aplicação.

6.4.6 /api/hugging_face/tts (POST)

- **Resumo:** Esta rota permite a conversão de texto em fala (TTS - Text to Speech) utilizando modelos da *Hugging Face*, recebendo o texto a ser convertido no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Editor, TTS
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face (modelos de TTS)
- **Resultado Final:** Gera um ficheiro de áudio que representa a fala do texto fornecido, que pode ser reproduzido ou armazenado pelo utilizador, assim como o diretório do ficheiro de áudio gerado, o texto inserido no request e uma mensagem de sucesso.
- **Observações adicionais:** O áudio gerado é formatado em MP3 e serializado em base64 e preparado para ser utilizado em diferentes componentes da aplicação. Caso ocorre um erro, é retornado uma mensagem de erro.

6.4.7 /api/hugging_face/chat (POST)

- **Resumo:** Esta rota permite a geração de respostas de chat utilizando modelos da *Hugging Face*, com base nas mensagens enviadas pelo utilizador no corpo do request.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Chatbot.
- **Modelos de IA usados:** Modelos da *Hugging Face* para geração de texto.
- **Resultado Final:** Retorna uma resposta gerada pelo modelo de IA, inserindo-a no histórico de chats presente no corpo do request, incluindo a geração de lista de atividades da *Musiquence*.
- **Observações adicionais:** Esta rota ainda não está disponível e não funciona de momento.

6.4.8 /api/hugging_face/musicam (POST)

- **Resumo:** Esta rota gera uma mensagem de chat utilizando modelos de visão da Hugging Face, combinando um prompt textual e uma imagem enviada no corpo do request. É utilizada para criar atividades interativas no contexto da *Musiquence*, onde a imagem e a mensagem fornecem contexto para a geração de respostas.

- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musicam
- **Modelos de IA usados:** Hugging Face
- **Resultado Final:** Gera uma resposta em formato JSON que inclui uma mensagem de chat, indicando que a lista de atividades da *Musiquence* está a acabar de ser gerada.
- **Observações adicionais:** Esta rota ainda não está disponível e não funciona de momento.

6.5 ROTAS DA MUSICAM

6.5.1 /api/musicam (POST)

- **Resumo:** Esta rota permite guardar dados de imagens processadas pela aplicação *Musicam*, recebendo uma imagem e uma lista de previsões associadas a ela no corpo do request. Os dados são armazenados para posterior utilização da ferramenta *Musicam* da aplicação *Musiquence Toolset*.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musicam
- **Modelos de IA usados:** Não aplicável.
- **Resultado Final:** Armazena os dados da imagem e das previsões recebidas, permitindo a consulta desses dados através de outra rota.
- **Observações adicionais:** Se o campo ‘start’ for incluído no corpo do request, a lista de dados armazenados será limpa antes de adicionar os novos dados. A resposta inclui uma confirmação de que os dados foram salvos com sucesso.

6.5.2 /api/musicam (GET)

- **Resumo:** Esta rota carrega os dados de imagens salvas no *backend* do sistema. É usada para recuperar as imagens e as previsões associadas que foram armazenadas anteriormente para depois ser utilizada na ferramenta *Musicam* da aplicação *Musiquence Toolset*.
- **Ferramentas que utilizam esta rota:** Musicam.
- **Modelos de IA usados:** Não aplicável.
- **Resultado Final:** Retorna um objeto JSON contendo a lista de dados das imagens salvas e suas previsões, permitindo que as imagens sejam reutilizadas na aplicação.

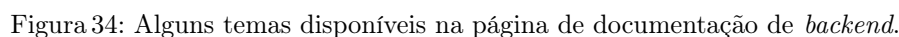
- **Observações adicionais:** Se não houver dados salvos, a rota retornará uma mensagem informando que não existem dados disponíveis.

6.6 SWAGGER UI

Para facilitar a implementação e a integração das rotas para os desenvolvedores, foi criada uma página de documentação dedicada utilizando o *Swagger UI*. Esta página detalha cada uma das rotas disponíveis, incluindo exemplos de uso, parâmetros necessários e respostas esperadas. A documentação foi elaborada para garantir uma implementação mais simples e uma conexão eficiente entre as rotas de API e as funcionalidades da aplicação *Musiquence Toolset*. Assim, os desenvolvedores que queiram utilizar estas rotas podem aceder a documentação do backend da aplicação em <http://localhost:3001/docs>. Para que as rotas de API sejam acessíveis e funcionais, é essencial que a aplicação *Musiquence Toolset* esteja em execução.

Além disso, a página de documentação inclui temas e estilos possíveis de escolher, apresentando alguns exemplos de temas na Figura 34. Eis a lista de todos os temas disponíveis da página de documentação, assim como o acesso destas:

- *Classic*: `/docs/classic`
- *Dark*: `/docs/dark`
- *Dark Monokai*: `/docs/dark-monokai`
- *Dracula*: `/docs/dracula`
- *Feeling Blue*: `/docs/feeling-blue`
- *Flattop*: `/docs/flattop`
- *Gruvbox*: `/docs/gruvbox`
- *Material*: `/docs/material`
- *Monokai*: `/docs/monokai`
- *Muted*: `/docs/muted`
- *Newspaper*: `/docs/newspaper`
- *Nord Dark*: `/docs/nord-dark`
- *One Dark*: `/docs/one-dark`



Concluindo, a estrutura de APIs desenvolvidas, juntamente com a documentação detalhada através do *Swagger UI*, garante que os desenvolvedores possam facilmente explorar, entender e implementar as diferentes funcionalidades, facilitando a manutenção e evolução contínua da aplicação *Musiquence Toolset*. Assim, os recursos de IA e suas aplicações são integrados de maneira fluida, promovendo maior eficiência e precisão nas operações realizadas pelo sistema.

Com todo esse suporte disponível, a implementação das ferramentas de geração de conteúdos por IA diretamente na plataforma digital *Musiquence*, denominada *Musiquence + IA*, tornou-se mais simples de desenvolver. Esse processo possibilita a integração das funcionalidades de IA na aplicação, elevando a experiência do utilizador e ampliando as capacidades da ferramenta para a criação e manipulação de conteúdos digitais de forma mais intuitiva e eficaz em tempo real.

7 INTEGRAÇÃO DE TOOLSET COM MUSIQUENCE

Com a implementação da aplicação *Musiquence Toolset* como aplicação *standalone*, com *frontend* e *backend* implementadas com sucesso, foi desenvolvida a incorporação das funcionalidades de IA na plataforma digital *Musiquence*, nomeadamente:

- Geração de atividades via *Chatbot*.
- Geração de imagens.
- Geração de áudio.

Todas estas funcionalidades adicionadas estão na secção de *Game Editor* da plataforma *Musiquence*. Para poder utilizar as novas funcionalidades, é necessário que a aplicação *Musiquence Toolset* esteja aberta e a decorrer no plano de fundo do computador, devido à ligação entre as novas funcionalidades do *Musiquence* e o servidor *backend* da aplicação *Musiquence Toolset*.

Além disso, cada funcionalidade nova com IA apresenta um formulário necessário para o utilizador inserir dados necessários passo a passo.

7.1 GERAÇÃO DE ATIVIDADES

Na interface da *Musiquence Editor*, é apresentado um botão de IA juntamente com os diferentes tipos de atividades para adicionar na lista de atividades do Editor. Ao clicar nesse botão, aparece uma janela que contém o formulário para preencher, passo a passo.

Neste caso, os passos apresentados na geração de atividades são:

1. Inserir o número e tipos de atividades para criar. Este passo é obrigatório.
2. Inserir descrições de imagens a serem geradas - *prompts* - tanto na imagem de fundo da atividade como também nas respostas e nas categorias. Este passo é opcional.
3. Inserir o contexto ou tema das atividades a serem geradas. Este passo é opcional.
4. Selecionar um *layout*, de entre 10 pré-definidos, onde cada opção apresenta as posições da questão, da imagem de fundo e das respostas, para todas as atividades geradas. Caso o utilizador não queira nenhum *layout* em específico, é possível escolher a opção aleatória.

5. Selecionar o modelo de IA e o *URL* que contém o servidor da aplicação *Musiquence Toolset* aberto.

Depois de preencher e gerar as atividades pretendidas, estas atividades são depois adicionadas à lista de atividades existente no editor da *Musiquence*. Além disso, cada pedido de lista de atividades gerada é guardado no computador local como ficheiro compatível da plataforma *Musiquence*, em caso de *backup* ou necessidade de a utilizar num outro trabalho futuro.

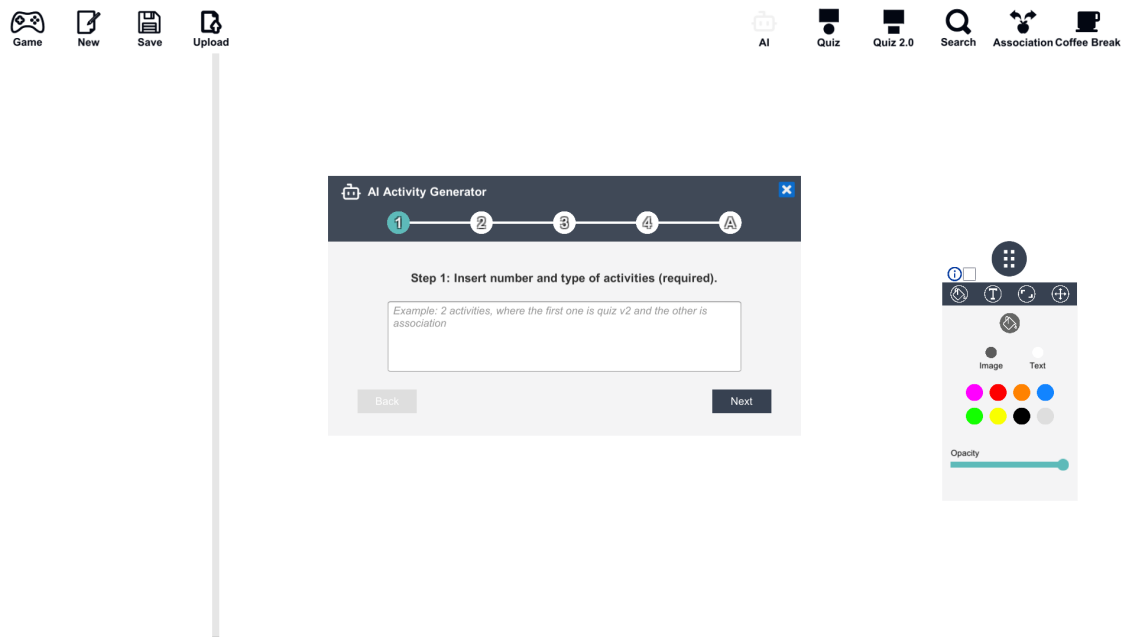


Figura 35: Primeiro passo da geração de atividade com IA na plataforma *Musiquence*.

7.2 GERAÇÃO DE IMAGENS

Cada tipo de atividade contém opções de geração de imagens, tanto na imagem de fundo da atividade, como também nas respostas e nas categorias da atividade, caso existam. Ao clicar no botão pretendido, aparece uma janela que contém o formulário necessário para preencher.

Assim sendo, os passos apresentados na geração de imagens são:

1. Inserir o *prompt* das imagens a serem geradas. Este passo é obrigatório.
2. Selecionar o número de imagens a serem geradas, onde o limite mínimo é 1 e o máximo é 10.
3. Selecionar o modelo de IA e o *URL* que contém o servidor da aplicação *Musiquence Toolset* aberto.

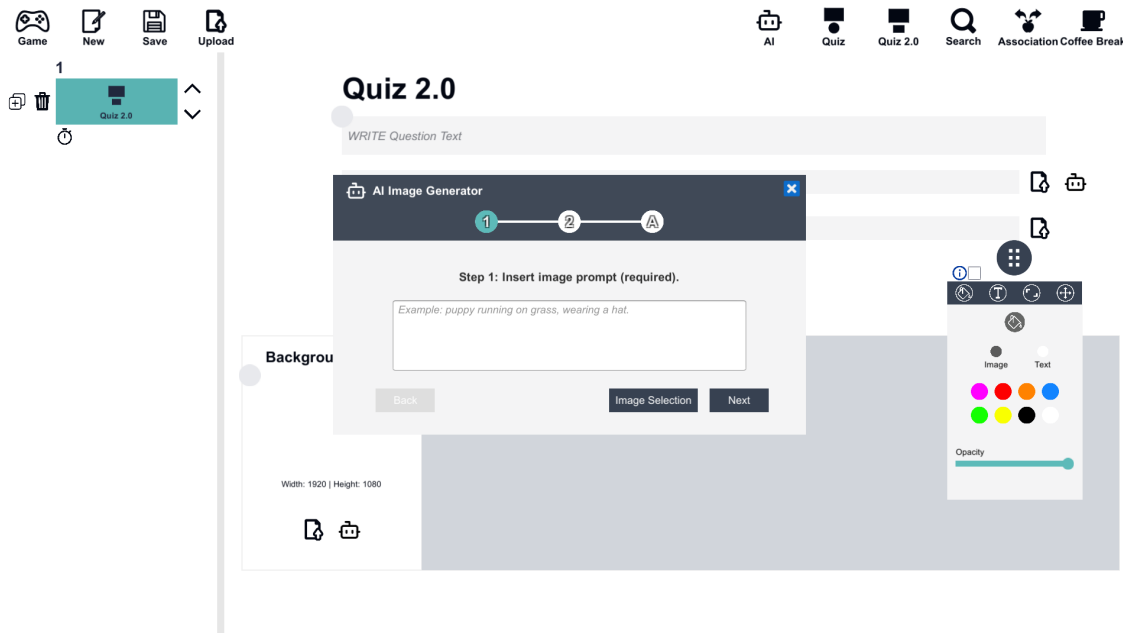


Figura 36: Primeiro passo da geração de imagens com IA na plataforma *Musiquence*.

Depois de preencher e gerar as imagens, estas imagens são depois apresentadas em forma de uma grelha, onde o sistema deve pedir ao utilizador para escolher uma só imagem para depois ser inserida na área escolhida. Além disso, cada pedido de imagens gerado é guardado no computador local como ficheiro compatível da plataforma *Musiquence*, em caso de *backup* ou necessidade de a utilizar numa outra atividade. Este último é possível ao clicar no botão de histórico recente na janela de seleção de imagens, onde cada elemento contém não só a primeira imagem que foi gerada, mas também o nome da pasta, a data e hora criada, o número de imagens, o tamanho da imagem e a possibilidade de remover o elemento do histórico de imagens geradas.

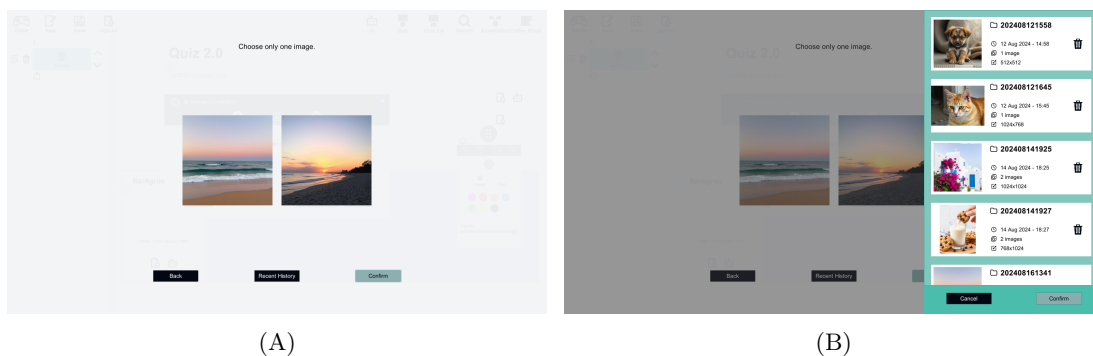


Figura 37: (A) Janela de seleção de imagem na plataforma *Musiquence*. (B) Janela de histórico recente de imagens geradas na plataforma *Musiquence*.

7.3 GERAÇÃO DE ÁUDIO

Cada tipo de atividade também contém uma opção de gerar ficheiro de áudio como áudio de instrução da atividade. Ao clicar nessa opção, é apresentada uma janela que contém o formulário para preencher, passo a passo.

Por isso mesmo, os passos apresentados na geração de áudio são:

1. Inserir o texto *script*. Este passo é obrigatório.
2. Selecionar o modelo de IA e o *URL* que contém o servidor da aplicação *Musiquence Toolset* aberto.

Depois de preencher e gerar o ficheiro de áudio, é depois adicionada como ficheiro de instrução na atividade pretendida no editor da *Musiquence*. Tal como os outros apresentados anteriormente, cada áudio gerado é guardado no computador local como ficheiro compatível da plataforma *Musiquence*, em caso de *backup*.

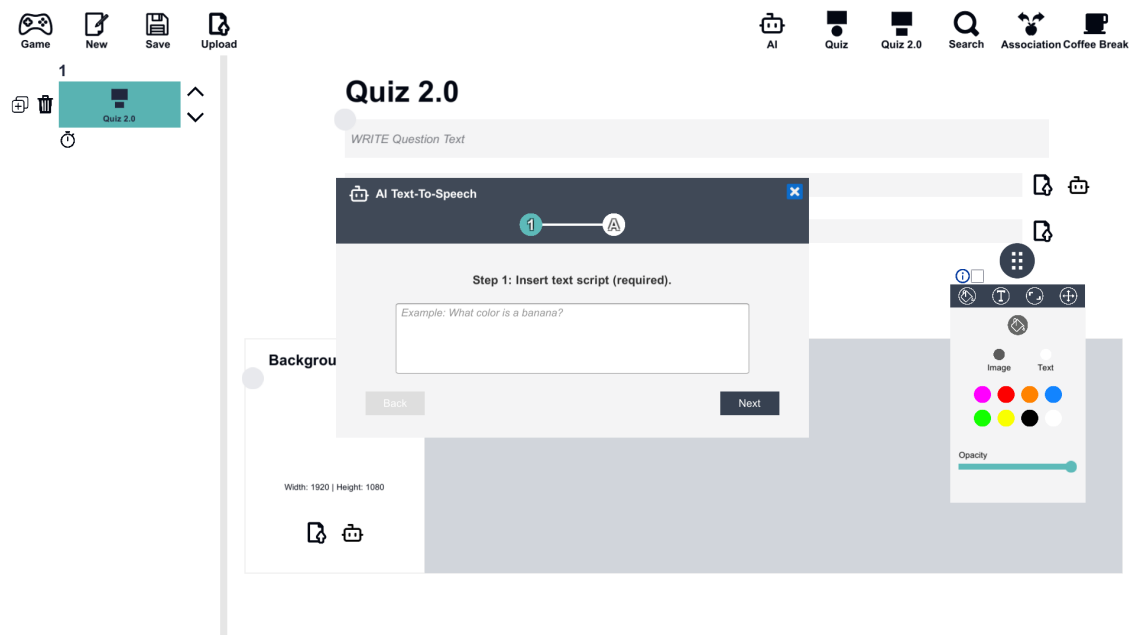


Figura 38: Primeiro passo da geração de áudio com IA na plataforma *Musiquence*.

8 ESTUDO DE USABILIDADE

Depois da implementação de todas as funcionalidades necessárias, foi desenvolvido um plano de testes de utilizadores, para obter *feedback* por parte dos participantes. Para guiar o processo de avaliação, as seguintes perguntas de investigação foram definidas:

1. **A usabilidade do sistema é intuitiva e fácil de entender para os utilizadores finais?**
2. **As funcionalidades implementadas atendem às necessidades e expectativas dos utilizadores?**
3. **O desempenho dos sistemas de IA é satisfatório atendendo às necessidades e expectativas dos utilizadores?**

8.1 PARTICIPANTES

Neste caso, os participantes a serem recrutados são jovens e adultos que tenham experiência em utilizar o computador, especialmente aqueles que criam conteúdos com objetivos terapêuticos ou educacionais. As Tabelas 5 e 6 detalham os dados demográficos dos participantes e as suas respetivas experiências com o uso de um computador.

ID	Idade	Género	Profissão	Área científica	Estado civil
1	35	Feminino	Investigadora	Informática	Solteiro(a)
2	20	Masculino	Estudante	Informática	Solteiro(a)
3	23	Masculino	Desempregado	Informática	Solteiro(a)
4	23	Masculino	Estudante	Informática	Solteiro(a)
5	25	Masculino	Secretário de Fatu- ração	Informática	Solteiro(a)
6	30	Masculino	Investigador	Psicologia	Solteiro(a)
7	30	Feminino	Assistente de in- vestigação	Psicologia	Solteiro(a)
8	23	Masculino	Estudante	Informática	Solteiro(a)
9	28	Masculino	Estudante	Psicologia	Solteiro(a)
10	47	Feminino	Bibliotecária	Gestão de cole- ções e formação via ensino	Casado(a)
11	31	Masculino	PhD Stu- dent/Investigador	Informática e Psicologia	Solteiro(a)
12	27	Feminino	Estudante	Psicologia	Solteiro(a)
13	23	Feminino	Estudante	Psicologia	Solteiro(a)
Média	28,1	Masculino: 62% Feminino: 38%	-	Informática: 54% Psicologia: 46% Outros: 8%	Solteiro(a): 92% Casado(a): 8%

Tabela 5: Dados demográficos dos participantes.

ID	Dispositivos	Horas de uso/dia	Experiência no computador
1	PC Desktop: 1 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 1	4-6 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
2	PC Desktop: 1 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 1	+9 horas	Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)
3	PC Desktop: 1 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 2	4-6 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
4	PC Desktop: 0 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 2	7-9 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
5	PC Desktop: 0 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 1	+9 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
6	PC Desktop: 1 Tablet: 2 Smartphone: 1 Laptop: 1	4-6 horas	Intermédio (Gestão de ficheiros)
7	PC Desktop: 0 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 1	7-9 horas	Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)
8	PC Desktop: 0 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 1	7-9 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
9	PC Desktop: 1 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 1	7-9 horas	Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)
10	PC Desktop: 1 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 1	7-9 horas	Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)
11	PC Desktop: 2 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 3+	7-9 horas	Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
12	PC Desktop: 0 Tablet: 0 Smartphone: 1 Laptop: 1	1-3 horas	Básico (Uso de processadores de texto)
13	PC Desktop: 1 Tablet: 1 Smartphone: 1 Laptop: 1	1-3 horas	Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)

Tabela 6: Dados dos participantes sobre uso de dispositivos e experiência no computador.

8.2 METODOLOGIA

Antes de iniciar o teste de usabilidade, recolhemos dados demográficos como profissão, área científica e estado civil do participante, para compreender como diferentes contextos pessoais e profissionais podem influenciar a usabilidade e a carga de trabalho. Por exemplo, num caso onde uma pessoa é casada e tem crianças, a utilização das tecnologias aprendidas e experienciadas pelas crianças poderá influenciar a eficiência com que essa pessoa realiza as tarefas propostas, seja pela familiaridade com os dispositivos, pelo ambiente de trabalho ou pelas responsabilidades adicionais que afetam a atenção e o tempo disponível. Os participantes eram excluídos caso apresentassem as seguintes características:

1. Não se enquadravam nas áreas de Informática, Psicologia e Educação/Via Ensino.
2. Não se enquadravam na faixa etária pretendida (entre 18 e 65 anos).
3. Não tinham nenhuma familiarização e/ou conhecimento na utilização de um computador.

Em primeiro lugar, os participantes tiveram de preencher o consentimento informado, assim como o acordo de confidencialidade. Esta etapa permite que os participantes estejam totalmente informados sobre a sessão, incluindo os objetivos deste estudo, as práticas de colheita de dados e a participação de forma voluntária. O acordo de confidencialidade é necessário para garantir que os participantes não divulgam quaisquer detalhes técnicos sobre a aplicação *Musiquence Toolset* e a plataforma digital *Musiquence* a terceiros.

Depois de obter o consentimento, o participante é solicitado a preencher um questionário inicial, através da aplicação *Google Forms*, num computador portátil, onde este formulário contém dados demográficos básicos, tais como a idade e profissão do participante, assim como o nível de conhecimento de informático e da familiarização com os computadores, a fim de contextualizar o *feedback* dos participantes durante a fase da execução das tarefas. Ver anexo, Figura 49.

Após o preenchimento, é executada a observação direta, num computador portátil, onde contém as duas aplicações e o servidor aberto no plano de fundo do computador. Durante a utilização da aplicação:

1. Foi cronometrado ao participante um tempo aproximado de exploração livre em ambas as fases (10 minutos na aplicação *Musiquence Toolset* e 5 minutos na plataforma *Musiquence + IA*,

dando algumas tarefas simuladas para treino e familiarização do sistema, incluindo o processo de transferência e consequente importação do ficheiro para a plataforma digital *Musiquence*.

2. Após a fase exploratória, o participante recebe uma lista de tarefas para executá-las no sistema em ambas as fases (as primeiras 7 tarefas na aplicação *Musiquence Toolset* e as restantes 3 tarefas na plataforma *Musiquence + IA*). Ver anexo, Figura 52. Durante esta fase de execução, são propostos aos participantes a tarefa de pensar em voz alta - *think-aloud* - e é cronometrado o tempo de duração da tarefa até ao passo final.
3. De forma simultânea, foi feita a recolha de notas e observações, incluindo o número e tipos de erros, direções erradas e pedidos de ajuda que os participantes podem apresentar. Este registo foi preenchido com base num *template*, que inclui as notas apresentadas anteriormente, assim como o tempo que um experiente durou a fazer na tarefa, para comparar o tempo provável e o tempo obtido, e os passos a ter em conta. Ver anexo, Figura 53.

Após a execução das tarefas de cada fase, o participante preenche um questionário de *Google Forms*, que contém 3 métodos de avaliação utilizados para medir a experiência do utilizador: o *System Usability Scale (SUS)* [109], o *NASA Task Load Index (NASA-TLX)* [110] e o *User Experience Questionnaire - Short Version (UEQ-S)* [111]. Ver anexo, Figura 50.

Adicionalmente, o participante recebe um último questionário destinado a recolher o *feedback geral* de ambos os sistemas, a fim de fornecer comentários gerais sobre a sua experiência tanto na aplicação *Musiquence Toolset* como também na plataforma *Musiquence* com as funcionalidades de IA. Este questionário não só inclui a questão de o participante escolher as funcionalidades mais e menos favoritas utilizadas e os motivos, mas também a questão da precisão, qualidade, rapidez e eficiência da IA em gerar conteúdos pretendidos. Ver anexo, Figura 51.

Todo o procedimento foi sumarizado em um diagrama, na Figura 39.

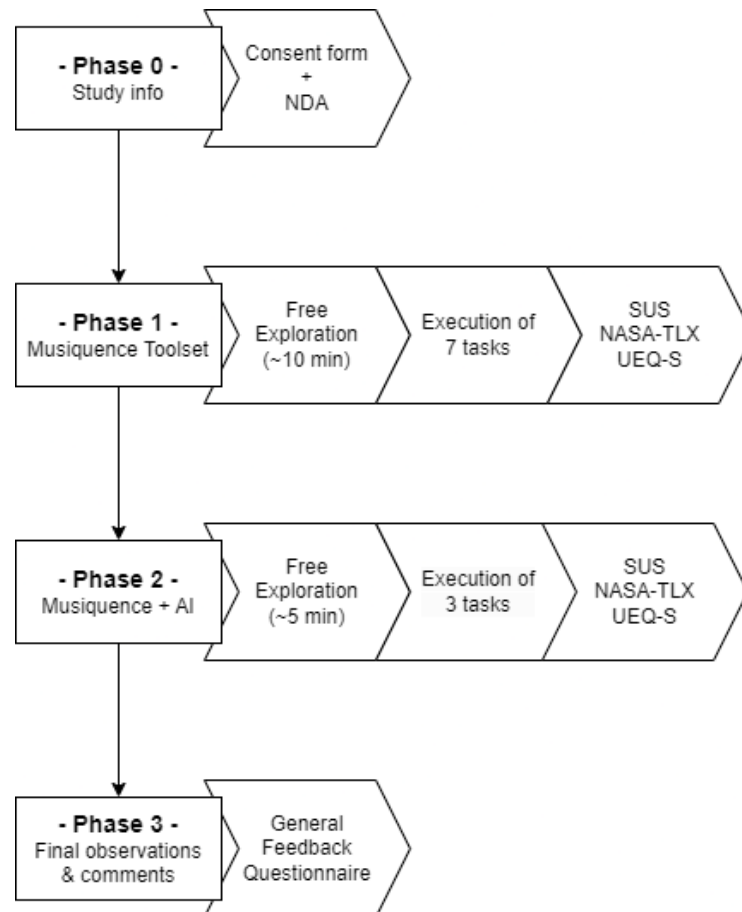


Figura 39: Diagrama do procedimento do estudo de usabilidade, resumido.

8.2.1 Instrumentos e métricas

Após a execução das tarefas numa certa aplicação, os participantes recebem um questionário para avaliar a sua experiência nesse sistema, com as métricas de usabilidade comuns, tais como:

- O *System Usability Scale* (SUS), que é uma escala *Likert* de 1 a 5 de 10 itens, de forma rápida e de baixo custo, que avalia a usabilidade do sistema.
- O *Raw NASA-TLX*, uma ferramenta de avaliação subjetiva da carga de trabalho mental imposta por uma tarefa, dividida em seis dimensões, de forma rápida, com 6 perguntas, onde cada pergunta corresponde a uma dimensão, numa escala de 0 a 10. Esta é uma versão originada do *NASA-TLX*.
- o *User Experience Questionnaire - Short* (UEQ-S), uma versão resumida do *User Experience Questionnaire* (UEQ), que avalia a experiência do utilizador com um produto ou sistema com

base em diferentes dimensões da usabilidade e atratividade. Este questionário contém 8 perguntas, numa escala *Likert* de 1 a 7.

8.2.2 Análise de dados

Tendo em conta que tínhamos uma amostra pequena, realizámos uma análise estatística não paramétrica. Por isso, para avaliar a diferença na usabilidade entre as duas aplicações, foi utilizado o *Wilcoxon Signed-Rank Test* para comparar as pontuações do SUS de cada participante em ambas as aplicações [112–114]. O nível de significância foi definido como $\alpha = 0.05$.

A análise dos dados foi realizada utilizando o programa *Excel*, a partir dos resultados obtidos e preenchidos nos questionários originados por *Google Forms*. De seguida, foram implementados gráficos de colunas com as duas aplicações, com barras de erros que correspondem a uma margem de erro de 10%, para poder visualizar não só os resultados médios obtidos, tendo em conta a escala utilizada para tal, mas também a comparação dos valores obtidos em ambas as aplicações, a fim de verificar se há alterações significativas, e os possíveis motivos pelo qual acontece. Por isso mesmo, foi tido em conta os comentários dados pelos participantes no questionário de *feedback* geral das aplicações e da IA na geração de conteúdos e as observações feitas pelos participantes no *think-aloud* das tarefas a serem executadas.

As notas e observações registadas durante a realização das tarefas foram examinadas durante a análise para verificar a frequência de falhas consecutivas ou a recorrência de observações atribuídas pelos participantes, incluindo o que foi apresentado durante o *think-aloud* e consequente execução das tarefas. A partir daí, é analisado quais os erros mais comuns e quais as observações que foram feitas com maior frequência, possibilitando uma avaliação mais precisa do desempenho e dos pontos críticos observados.

8.3 RESULTADOS

Substituindo os valores obtidos pelos procedimentos apresentados anteriormente, é obtido o valor médio das métricas em ambas as aplicações, assim como a diferença entre os valores médio obtidos na aplicação *Musiquence Toolset* e na plataforma *Musiquence* com IA.

8.3.1 SUS

A Figura 40 mostra os valores médios das respostas ao questionário SUS para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, num gráfico de colunas, para uma melhor visualização das diferenças entre os valores médios de cada questão do SUS.

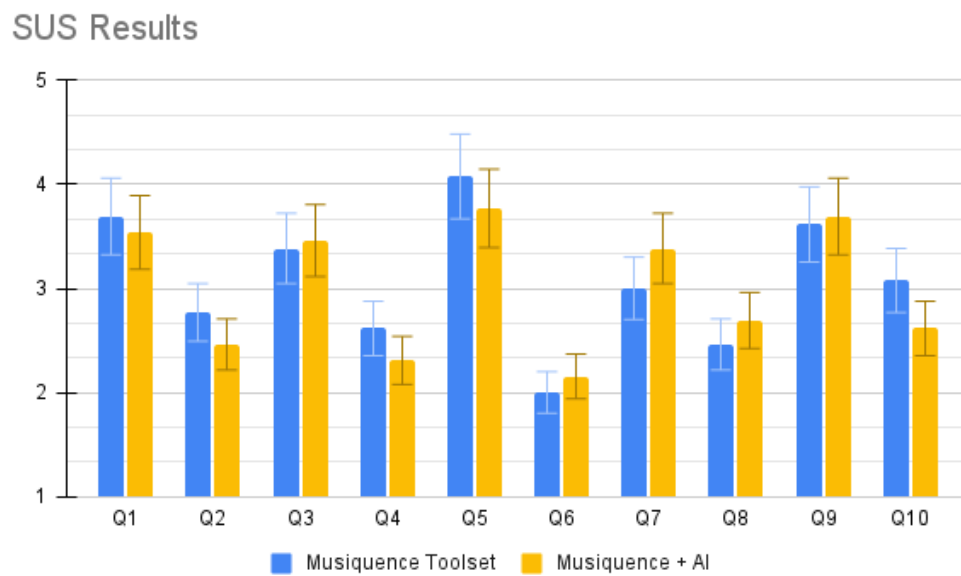


Figura 40: Valores médios de cada questão do *SUS* em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.

A Figura 41 mostra os valores médios das respostas ao questionário SUS para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, num gráfico de colunas, para uma melhor visualização das diferenças entre os valores totais do SUS de cada participante.

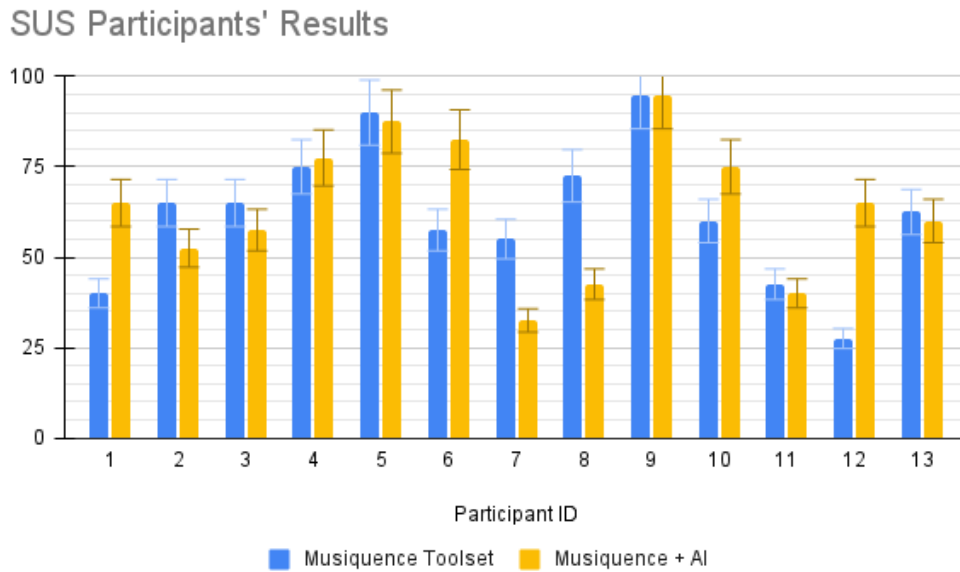


Figura 41: Valores médios de cada participante em *SUS* em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.

8.3.2 NASA-TLX

A Tabela 7 e a Figura 42 apresenta os valores médios das respostas ao questionário NASA-TLX para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, numa tabela e num gráfico de colunas, respetivamente, para uma melhor visualização das diferenças entre os valores médios de cada pergunta do questionário, assim como a categoria correspondente a cada valor obtido na tabela.

Nota: A pergunta referente à dimensão Desempenho (Performance) utiliza uma escala invertida, onde pontuações mais baixas indicam um desempenho melhor.

Dimension	<i>Musiquence Toolset</i> (Avg)	<i>Musiquence + AI</i> (Avg)
Mental Demands	43.85 (Medium)	39.23 (Medium)
Physical Demands	15.38 (Low)	13.85 (Low)
Temporal Demands	41.54 (Medium)	40.00 (Medium)
Performance	51.54 (High)	46.15 (Medium)
Effort	42.31 (Medium)	36.15 (Medium)
Frustration	29.23 (Low)	24.62 (Low)
TOTAL (Avg)	37.31 (Medium)	33.33 (Medium)

Tabela 7: Valores médios de cada dimensão e valor total médio do *NASA-TLX*.

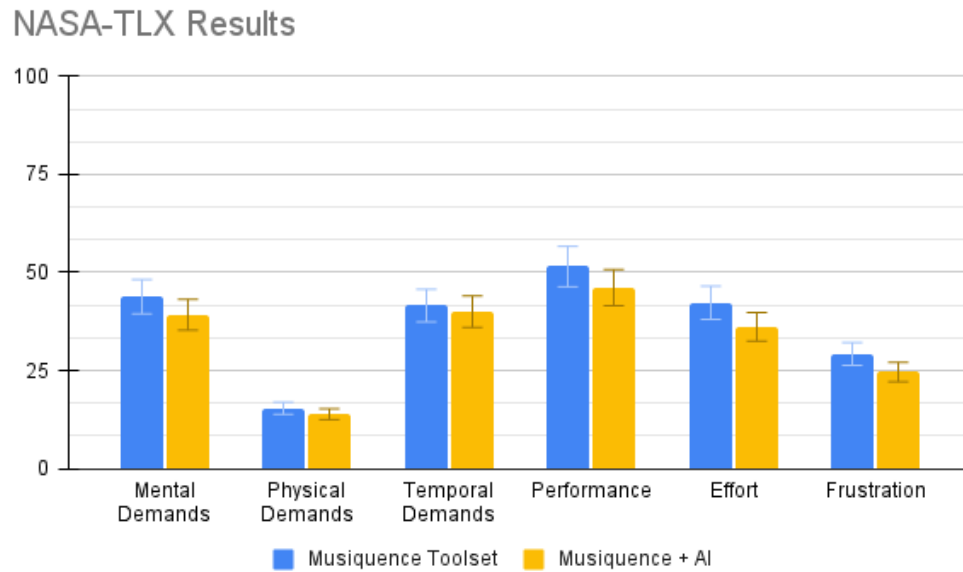


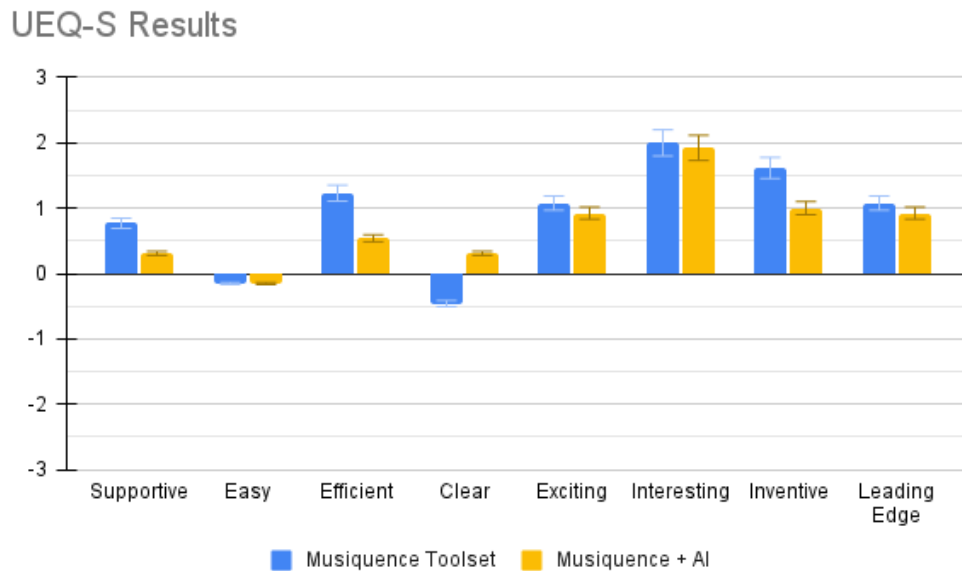
Figura 42: Valores médios de cada dimensão da *NASA-TLX* em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.

8.3.3 UEQ-S

A Tabela 8 e a Figura 43 mostra os valores médios das respostas ao questionário UEQ-S para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, numa tabela e num gráfico de colunas, respetivamente, para uma melhor visualização das diferenças entre os valores totais do UEQ-S de cada atributo, assim como os valores médios obtidos em cada qualidade.

As qualidades apresentadas na Tabela 8 - Qualidade Pragmática e Qualidade Hedónica - foram obtidas a partir da associação de atributos à sua qualidade. Neste caso, os primeiros quatro atributos (Supportive, Easy, Efficient, Clear) estão associados à Qualidade Pragmática, que avalia a usabilidade e eficiência da aplicação. Já os quatro últimos atributos (Exciting, Interesting, Inventive, Leading Edge) pertencem à Qualidade Hedónica, que mede a atratividade e inovação da interface.

Item	<i>Musiquence Toolset</i> (Avg)	<i>Musiquence + AI</i> (Avg)
Supportive	0.77	0.31
Easy	-0.15	-0.15
Efficient	1.23	0.54
Clear	-0.46	0.31
Exciting	1.08	0.92
Interesting	2.00	1.92
Inventive	1.62	1.00
Leading Edge	1.08	0.92
Quality	<i>Musiquence Toolset</i> (Avg)	<i>Musiquence + AI</i> (Avg)
Pragmatic Quality	0.35	0.25
Hedonic Quality	1.44	1.19

Tabela 8: Valores médios de cada item e qualidade do *UEQ-S*.Figura 43: Valores médios de cada atributo do *UEQ-S* em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.

8.3.4 Testes estatísticos

A Tabela 9 apresenta os valores médios das respostas ao questionário SUS para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, numa tabela, as diferenças entre esses valores e o ranking em relação aos valores absolutos das diferenças obtidas para cada participante, para uma melhor visualização das diferenças entre os valores totais do SUS entre cada participante, assim como a necessidade destes passos através da implementação e consequente análise de dados feitas com a inserção do *Wilcoxon Signed-Ranks Test*.

Participant ID	<i>Musiquence Toolset</i> (Avg)	<i>Musiquence + AI</i> (Avg)	A - B	A - B	Signal	Rank
1	40.00	65.00	-25.00	25.00	-	9
2	65.00	52.50	+12.50	12.50	+	6
3	65.00	57.50	+7.50	7.50	+	5
4	75.00	77.50	-2.50	2.50	-	1
5	90.00	87.50	+2.50	2.50	+	1
6	57.50	82.50	-25.00	25.00	-	9
7	55.00	32.50	+22.50	22.50	+	8
8	72.50	42.50	+30.00	30.00	+	11
9	95.00	95.00	0.00	0.00	0	-
10	60.00	75.00	-15.00	15.00	-	7
11	42.50	40.00	+2.50	2.50	+	1
12	27.50	65.00	-37.50	37.50	-	12
13	62.50	60.00	+2.50	2.50	+	1

Tabela 9: Valores médios de cada participante do *SUS* e valores necessários para o *Wilcoxon Signed-Rank Test*.

Usando os *ranks* obtidos na Tabela 9 e a tabela-base presente no Anexo, Figura 54, o *Wilcoxon Signed-Ranks Test* indica que a pontuação total do *SUS* preenchidos pelos participantes na aplicação *Musiquence Toolset* (Mediana = 62.50) não é significativo comparado ao da plataforma *Musiquence + IA* (Mediana = 65.00), $z = -0.1177$, $p = 0.90448$, $r = -0.034$, $N = 12$.

8.3.5 Outros

As Figuras 44 e 45 mostram os valores médios das respostas na escolha e consequente contagem das ferramentas mais e menos favoritas escolhidas pelos participantes para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, num gráfico de colunas, para uma melhor visualização das diferenças entre as respostas e contagem delas.

Musiquence Toolset - Tools' Overall Results

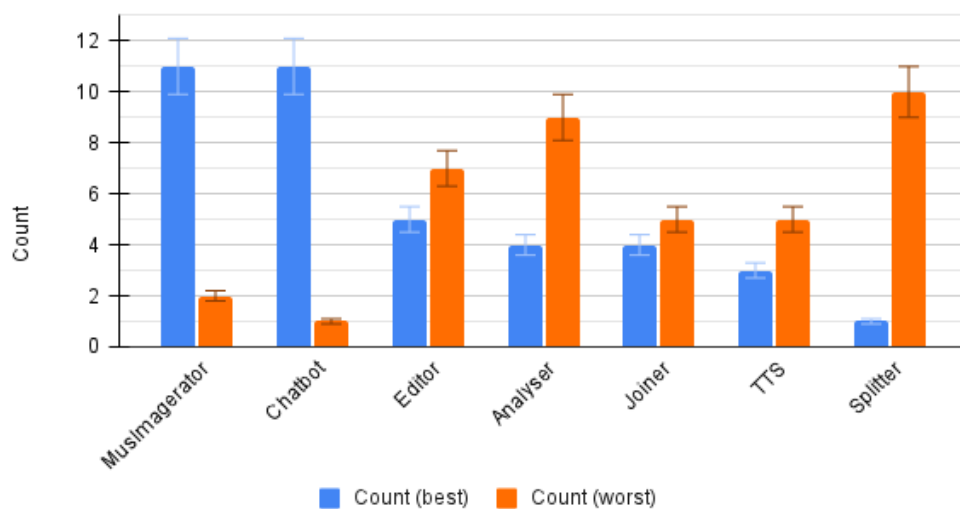


Figura 44: Contagem das ferramentas mais e menos favoritas escolhidas pelos participantes em *Musiquence Toolset*, num gráfico de colunas.

Musiquence + AI - Tools' Overall Results

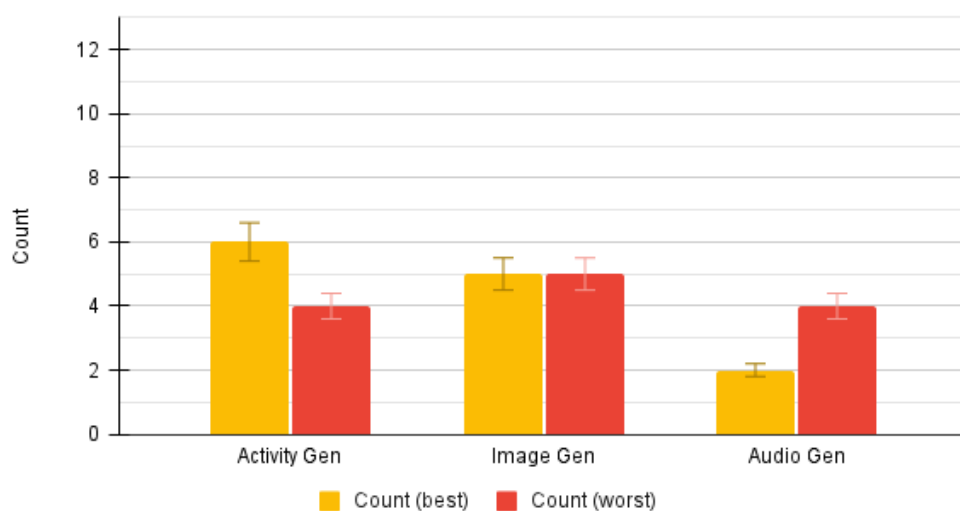


Figura 45: Contagem das ferramentas mais e menos favoritas escolhidas pelos participantes em *Musiquence + IA*, num gráfico de colunas.

A Figura 46 apresenta os valores médios das respostas nas expectativas de cada atributo em termos de IA para as duas aplicações - *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI* -, num gráfico de colunas, para uma melhor visualização e consequente comparação das diferenças entre elas.

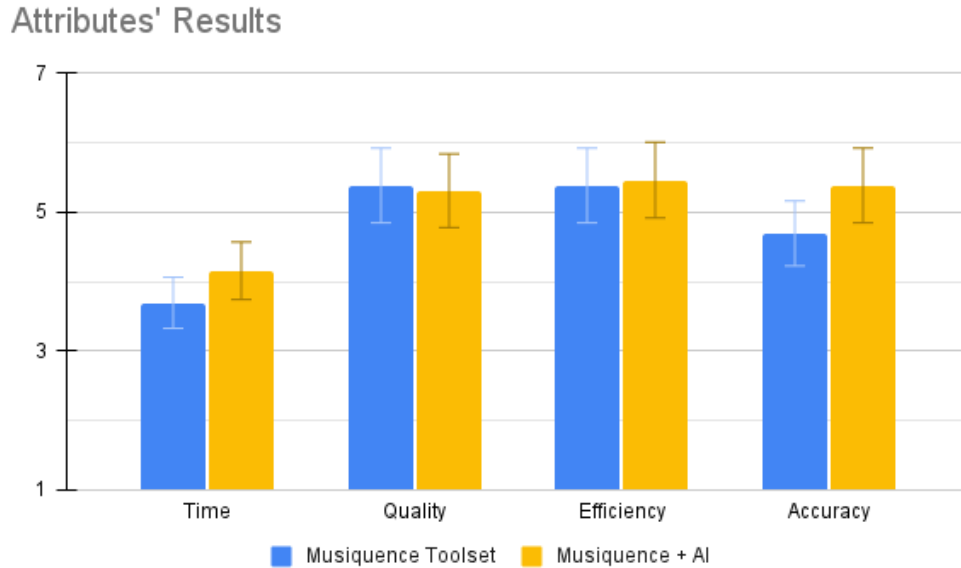


Figura 46: Valores médios de cada atributo da satisfação na utilização de IA em ambas as aplicações, num gráfico de colunas.

8.4 DISCUSSÃO

8.4.1 Observações

Durante a análise das tarefas realizadas pelos participantes, observou-se que a maioria enfrentou dificuldades significativas em várias áreas. Os problemas foram agrupados em tópicos específicos para facilitar a compreensão e a abordagem de cada questão. A seguir, apresentamos os principais problemas identificados e suas respetivas categorizações:

Erros de Interpretação. Houve casos em que os participantes interpretaram mal o que era exigido nas tarefas. Esses erros de interpretação resultaram em respostas inadequadas ou em abordagens errôneas para resolver os problemas propostos, aumentando o número de pedidos de ajuda e de direções erradas e crescendo o tempo de duração. Por exemplo, nas tarefas onde foi pedido ao participante de forma implícita para utilizar a funcionalidade de histórico recente de imagens geradas, alguns participantes foram para a seção de importação de ficheiros de imagens, o que não

era pretendido. Isto deve-se ao facto da palavra "histórico" ter-se possivelmente associado à gestão de ficheiros locais do computador e não como uma nova funcionalidade existente no sistema.

Botões e Ícones Ocultos / Demasiado Pequenos. Muitos participantes relataram dificuldades devido ao tamanho reduzido ou até mesmo à ocultação de botões e ícones em determinadas interfaces. Isso dificultou a navegação e a execução das tarefas, evidenciando a necessidade de ajustes na visibilidade e acessibilidade dos elementos da interface. Por exemplo, na tarefa de Editor da aplicação *Musiquence Toolset*, um dos requisitos principais foi a seleção de um *template/layout* da atividade, onde é possível escolher *templates* pré-definidos. No entanto, a maioria dos participantes não encontravam o botão correspondente a essa função, pedindo ajuda após algum tempo de procura.

Informação Insuficiente ou Confusa em Inputs de Formulários. Alguns participantes enfrentaram dificuldades devido à falta de informação suficiente ou à informação confusa nos campos de entrada de formulários. Isso gerou incertezas e erros no preenchimento, sugerindo que uma revisão e melhoria na clareza das instruções e descrições dos campos pode ser necessária. Por exemplo, na tarefa de Analyser da aplicação *Musiquence Toolset*, a maioria dos participantes não sabiam no que fazer em termos de percentagem de sucesso e de intervalo de dificuldade da atividade, apesar da existência das fórmulas nas informações adicionais, e se estas alteravam a dificuldade da atividade. Uma das observações mais comuns em termos desta tarefa é a apresentação de um texto mais descritivo em vez da utilização de fórmulas, assim como a necessidade de uma nova coluna onde contenha a dificuldade da atividade.

Falta de Mensagem de Confirmação da Ação. A ausência de mensagens de confirmação após a realização de ações importantes causou incerteza entre os participantes sobre se as ações foram concluídas com sucesso. A implementação de mensagens de confirmação claras poderia ter ajudado a assegurar que os utilizadores estejam cientes de que as suas ações foram registadas e executadas corretamente. Por exemplo, na tarefa de TTS da aplicação *Musiquence Toolset*, alguns participantes tiveram incertezas sobre a confirmação/conclusão da geração de TTS. A partir daí, alguns participantes decidiram gerar novamente, o que não era necessário. Por isso, a implementação de uma mensagem, alerta ou texto a confirmar com sucesso a geração de TTS clarificaria melhor os utilizadores finais.

Ícones Iguais Representando Funcionalidades Diferentes. Alguns participantes assumiram que ícones iguais representariam funcionalidades idênticas. No entanto, a presença de ícones semelhantes para ações diferentes causou confusão e levou a erros na execução das tarefas. Por exemplo, na tarefa de geração de atividades da plataforma *Musiquence + IA*, alguns participantes acharam que todos os botões com o mesmo ícone representariam a mesma funcionalidade, o que é correto para o caso da importação de conteúdos digitais na edição das atividades. No entanto, as funcionalidades de IA continham o mesmo ícone, mas com geração de conteúdos diferentes, o que levaram alguns participantes a selecionar aleatoriamente o botão com o mesmo ícone.

Algumas observações menos comuns também tiveram em conta, nomeadamente a ausência da funcionalidade *Drag-And-Drop* na gestão de atividades, nomeadamente nas ferramentas *Joiner* e *Splitter* da aplicação *Musiquence Toolset*, a dificuldade em importar atividades na plataforma *Musiquence* e a diferença de interface e consequente *inputs* necessários entre o *Chatbot* da *Musiquence Toolset* e a geração de atividades da *Musiquence + IA*.

8.4.2 SUS

O resultado do *SUS* em cada aplicação obteve um valor baixo do valor médio expectável (entre 68 a 70.5), o que sugere que existem questões a serem abordadas para melhorar a sua eficácia e usabilidade. Este valor baixo implica que os utilizadores enfrentam dificuldades ao utilizar o sistema, apontando para áreas específicas que precisam de ajustes e otimizações.

Ao analisar cada um dos valores médios das perguntas obtidas no gráfico de colunas da Figura 40, verifica-se que as questões formuladas de maneira negativa (ou seja, as perguntas 2, 4, 6, 8 e 10 do *SUS*) apresentam valores demasiado altos, quando idealmente deveriam estar próximas do valor mais baixo, e vice-versa. Isto reflete uma perceção negativa dos utilizadores em relação a certos aspetos do sistema. Entre estas questões, destacam-se problemas de inconsistência na interface e a necessidade de aprender informações adicionais antes de realizar as tarefas desejadas. Estes resultados sugerem que os utilizadores sentem que as interfaces dos sistemas não são intuitivas ou coerentes, obrigando-os a investir mais tempo e esforço em aprender a utilizar os sistemas adequadamente.

Um dos fatores que pode explicar estas perceções negativas é o tempo limitado de exploração do sistema concedido aos utilizadores antes da execução das tarefas. A falta de familiaridade com o sistema e com a ferramenta de IA utilizada parece ter influenciado negativamente as respostas,

especialmente nos casos dos participantes que não são informáticos, pois demonstraram menos experiência na utilização de computadores e ferramentas digitais complexas (5 participantes não informáticos tiveram este problema).

Adicionalmente, a interface do sistema parece conter uma quantidade excessiva de opções de escolha, na maioria das quais não é frequentemente utilizada. Esta proliferação de opções pode confundir os utilizadores e contribuir para a perceção de que o sistema é inconsistente e difícil de utilizar. A simplificação da interface, redução do número de opções apresentadas ao utilizador, bem como a oferta de um treino mais completo antes da utilização do sistema, poderiam ser medidas eficazes para melhorar a experiência do utilizador.

8.4.3 *NASA-TLX*

Os resultados do *NASA-TLX* em ambas as aplicações apresentadas no gráfico de colunas da Figura 42 indicam que, de um modo geral, as médias de todas as dimensões foram ligeiramente altas, com exceção da dimensão da Demanda Física e da Frustração, que apresentaram valores mais baixos, o que pode ser considerado um ponto positivo. Este resultado sugere que as tarefas realizadas não exigiram grande esforço físico dos participantes nem deram grandes frustrações aos participantes na execução das tarefas, o que é benéfico do ponto de vista do conforto e da acessibilidade.

No entanto, é importante destacar que as restantes dimensões registaram os valores mais altos, incluindo a dimensão de Desempenho e Demanda Temporal, para ambas as aplicações utilizadas no estudo. A dimensão de Desempenho, que avalia o quão bem-sucedido o participante se sentiu ao realizar as tarefas solicitadas, e a dimensão de Demanda Temporal, que mede a sensação de pressa ou urgência sentida durante a realização das tarefas, foram elevadas. Estes resultados podem ser atribuídos à crescente dificuldade das tarefas ao longo da fase de execução, o que tornou o processo mais exigente para os participantes.

Além disso, a falta de tempo disponibilizado para a familiarização com as aplicações também contribuiu para estes resultados. Os participantes foram obrigados a utilizar ambas as aplicações em simultâneo durante uma das fases do estudo, o que aumentou a complexidade e a carga cognitiva. A falta de familiaridade com as aplicações implicou um esforço adicional para compreender e utilizar as ferramentas eficazmente, o que se refletiu nas pontuações mais elevadas nas dimensões de Desempenho e Demanda Temporal.

Outro fator que influenciou negativamente estes resultados foi o tempo de geração de respostas pela IA durante a execução das tarefas. Em diversas ocasiões, ocorreram erros inesperados ou foram gerados conteúdos que não correspondiam ao que os participantes tinham solicitado ou que estavam incorretas em termos de informação (falsa informação), tal como indicava os desafios apresentados na análise do *ChatGPT* feita por J. Deng e Y. Lin [82] e nos estudos feitos por J. Oppenlaender et al. [101]. Esta instabilidade da aplicação de IA criou alguma incerteza e frustração entre os participantes, contribuindo para a perceção de uma maior pressão temporal e dificuldade em alcançar o desempenho desejado.

Estes resultados são ainda corroborados pelos valores obtidos através do feedback geral dos participantes, onde o tempo foi identificado como o atributo mais desvantajoso, na Figura 46. Portanto, para melhorar a experiência de usabilidade, seria recomendável a utilização predominante de modelos de IA pagos, como o *OpenAI*, e/ou a utilização e consequente ligação de um servidor independente, capaz de gerar e executar grandes quantidades de dados, ao computador portátil, assim como reduzir a quantidade de tarefas a serem executadas, de forma a adicionar mais tempo livre no estudo.

8.4.4 *UEQ-S*

Os resultados do *User Experience Questionnaire - Short Version* apresentada num gráfico de colunas presente na Figura 43 indicam ligeiras diferenças na experiência dos utilizadores entre as duas aplicações, com o *Musiquence Toolset* a obter valores mais positivos do que o *Musiquence + AI*, especialmente em termos de eficiência e facilidade de uso. Contudo, uma exceção a esta tendência foi o atributo relacionado com a clareza do sistema.

Esta diferença de resultados pode ser explicada pela interface das várias ferramentas no *Musiquence Toolset*. No caso do *Musiquence + AI*, todas as ferramentas de inteligência artificial são apresentadas sob o mesmo ícone de chatbot em diversas posições, o que pode gerar alguma confusão na identificação e uso de cada ferramenta específica. No entanto, cada ferramenta é intuitivamente fácil de compreender no que fazer, o que contribui para a avaliação positiva de eficiência e facilidade.

Por outro lado, a clareza do *Musiquence Toolset* foi avaliada de forma menos positiva, o que se deve à quantidade de informação e ao número de opções adicionais disponíveis em várias ferramentas, tudo num ecrã relativamente pequeno, dado que os utilizadores estavam a usar um computador

portátil. Esta abundância de opções pode ter sobrecarregado visualmente os utilizadores e dificultado a rápida compreensão de todas as funcionalidades disponíveis.

Os resultados obtidos também mostram que os valores dos atributos associados à Qualidade Hedónica, que refletem a emoção e a satisfação dos utilizadores com o sistema, são significativamente superiores aos valores dos atributos que correspondem à Qualidade Pragmática, que se relaciona com a usabilidade prática do sistema. Este fenómeno pode ser explicado pelo entusiasmo dos participantes em usar as ferramentas de IA, que continuam a ser vistas como uma tendência positiva e emergente, facilitando rapidamente a geração de conteúdo necessário, como pode ser observado na escolha de ferramentas com IA como as melhores, especialmente no caso da aplicação *Musiquence Toolset*, presentes na Figura 44. No entanto, os participantes também perceberam que a tecnologia de IA ainda é recente, o que torna o sistema instável e menos confiável.

Mesmo assim, a grande variedade de ferramentas e escolhas possíveis, associada ao tempo limitado para a exploração, reduziu significativamente a perceção de intuitividade e praticidade na utilização destas aplicações, mas não alterou a originalidade e excitação dos participantes em executar certas tarefas necessárias na utilização das ferramentas com IA. Este aspeto é ainda confirmado pela preferência demonstrada pelos participantes pelas funcionalidades com IA, que foram identificadas como as melhores dentro do conjunto de ferramentas disponíveis presentes na Figura 44. Estes resultados sugerem que, apesar do fascínio e interesse pela utilização de IA, a integração desta tecnologia em aplicações de software ainda enfrenta desafios significativos em termos de clareza e estabilidade.

8.4.5 *Wilcoxon Signed-Ranks Test*

A avaliação da usabilidade das duas aplicações foi conduzida através do questionário SUS, comparando *Musiquence Toolset* e *Musiquence + AI*. O objetivo geral desta análise foi determinar se existem provas suficientes para rejeitar a hipótese nula, que afirma não haver diferença significativa entre as pontuações do SUS para as duas aplicações, ou seja, assume-se que qualquer variação nos resultados se deve ao acaso.

Como o valor obtido é maior que o valor expectável, podemos concluir que não há provas suficientes para rejeitar a hipótese nula. Assim, a diferença entre as condições não é estatisticamente significativa ao nível de $\alpha = 0.05$. Esta conclusão sugere que, sob as condições testadas, os participantes não apresentaram diferenças significativas nas suas pontuações entre as duas aplicações.

Estes resultados indicam que as melhorias esperadas na usabilidade das funcionalidades somente com IA (*Musiquence + AI*) podem não ser percebidas pelos utilizadores, o que é uma consideração importante para futuras iterações do design.

8.5 CONCLUSÃO

Com base nas perguntas de investigação apresentadas, é possível tirar algumas conclusões gerais sobre a usabilidade e desempenho dos sistemas, bem como o atendimento das funcionalidades apresentadas às necessidades dos utilizadores.

A usabilidade do sistema revela-se como um ponto de atenção, pois apesar do sistema ser capaz de realizar as suas funções, a sua utilização intuitiva e de fácil compreensão não são garantidas sem um processo de treinamento e exploração mais robusto. De momento, os utilizadores finais só compreenderam parcialmente o sistema neste estudo de usabilidade. Isto deve-se ao facto de, embora as ferramentas e os recursos estarem presentes, a curva de aprendizagem e consequente experiência em trabalhar nestes sistemas pode ser uma barreira inicial para alguns utilizadores, especialmente aqueles que não têm ou têm pouca experiência na utilização de computadores. Por outro lado, há também a necessidade de melhorar a interface de ambas as aplicações, incluindo a necessidade de alterar alguns ícones e botões não só em termos de posição, mas também do estilo e tamanho de certas componentes da *UI*.

No que diz respeito às funcionalidades, estas parecem estar alinhadas com as expectativas dos utilizadores, especialmente em termos de capacidade da IA na geração de conteúdos digitais. Os resultados relacionados às áreas emocionais e de satisfação dos participantes foram destacados como positivas, sugerindo que o sistema oferece os recursos relevantes e úteis para os seus propósitos. Um ponto a ter em conta nesta observação é o facto de esta poder estar condicionada à fase de exploração livre inicial de ambos os sistemas, isto é, no caso onde os utilizadores poderem ter previamente o conhecimento e o treino necessário para a criação de atividades na plataforma digital *Musiquence*.

Em termos de desempenho dos sistemas de IA, os participantes mostraram-se satisfeitos no que diz respeito à precisão, qualidade e eficiência da geração de conteúdos por IA, o que aponta para um ponto mais positivo no que diz respeito ao uso da IA. No entanto, o tempo de processamento foi identificado como um ponto fraco. Este fator pode impactar severamente a paciência e consequente experiência do utilizador.

Concluindo, o sistema demonstra um potencial significativo para atender às necessidades dos utilizadores, com funcionalidades bem desenhadas e desempenho satisfatório em termos de precisão e qualidade dos resultados obtidos. Contudo, ainda há espaço para melhorias tanto na usabilidade como também no tempo de resposta, uma vez que poderia tornar mais positivo a perceção do sistema.

9 CONCLUSÃO

Neste projeto, explorou-se a implementação de um sistema de geração de conteúdos com IA para a plataforma *Musiquence*, com foco na utilização terapêutica voltada a pacientes com demência. O trabalho envolveu uma pesquisa extensiva sobre a saúde em termos de demência, tratamentos a ter em conta e a fusão desta situação com as novas tecnologias a serem utilizadas nas terapias, incluindo a plataforma digital *Musiquence*, e os momentos históricos, perspectivas e realidades encontradas no tópico de IA. A partir daí, foi inspirado em ferramentas existentes no dia-a-dia para o desenvolvimento de personas, cenários e a definição clara dos objetivos do projeto, além de lidar com as limitações que poderão surgir tanto no processo de desenvolvimento deste projeto como também no que foi encontrado na revisão de literatura e nas ferramentas que serviram como inspiração. Os utilizadores-alvo (profissionais de saúde e assistentes), os participantes (indivíduos com demência), o meio ambiente, os requisitos principais e as alternativas necessárias, caso surjam imprevistos, foram apresentados para garantir que as atividades geradas pelas ferramentas fossem adequadas ao contexto terapêutico.

O primeiro passo consistiu na criação de uma arquitetura baseada no padrão *MVC*, onde o sistema foi desenvolvido como uma aplicação *desktop*, utilizando o *framework Electron*, denominada por *Musiquence Toolset*. Esta aplicação contém oito ferramentas principais, das quais quatro são dedicadas à geração de conteúdos digitais, como áudios, imagens e atividades, com base em IA. Para isso, foram utilizados modelos de IA *FOSS*, como o *Llama 3*, bem como serviços pagos como os fornecidos pela organização *OpenAI*.

Após a conclusão da implementação do sistema, as ferramentas de IA foram integradas na plataforma digital *Musiquence* (*Musiquence + IA*), nomeadamente na geração de atividades existentes na *Musiquence*, na de imagens nas várias posições possíveis (imagem de fundo, nas categorias e nas respostas) e na de áudio de instrução como voz de instrução da atividade.

Um estudo de caso foi realizado para avaliar a eficácia e a satisfação dos utilizadores. Os resultados mostraram que, embora as ferramentas de IA fossem bem-recebidas e gerassem satisfação emocional, a experiência do utilizador foi comprometida devido à complexidade do sistema. A diversidade de opções e funcionalidades, juntamente com a demora na geração de conteúdos devido à limitação de *hardware*, tornou a usabilidade insatisfatória para alguns participantes. O sistema foi implementado em computadores com capacidade moderada de CPU e GPU, o que impactou

diretamente no tempo de resposta das ferramentas de IA, causando frustração em alguns utilizadores.

Para melhorar a experiência do utilizador, é essencial considerar as observações feitas durante o estudo. Entre as sugestões estão a simplificação da interface, a redução de informações desnecessárias e a melhoria da clareza em determinados parâmetros e funcionalidades. Além disso, é importante rever o tempo limitado que foi dado para a exploração do sistema durante o estudo. Por isso, proponho a realização de um teste mais prolongado, de aproximadamente uma a duas semanas, permitindo uma exploração livre de maior tempo antes de iniciar as tarefas específicas numa nova sessão. Também é necessário repensar o tipo de *hardware* utilizado para testar o sistema, recomendando o uso de um servidor dedicado para as funcionalidades de IA, o que permitiria uma melhor performance e agilidade na geração de conteúdos.

Outro ponto importante a ser considerado no trabalho futuro é a possibilidade de expansão das funcionalidades de IA para além do campo terapêutico. A capacidade de gerar conteúdos digitais também pode ser explorada em contextos educativos, como o desenvolvimento de atividades para crianças, ou até mesmo na gamificação de atividades educacionais, seguindo o exemplo de plataformas como o *Kahoot* [115, 116]. Com isso, a plataforma *Musiquence* poderia evoluir para um sistema multifacetado, aplicável tanto na área de saúde como na educação e entretenimento.

Portanto, apesar das limitações identificadas, o potencial das ferramentas de IA integradas ao *Musiquence* é significativo. As melhorias sugeridas visam não só aumentar a usabilidade e eficácia no contexto terapêutico, mas também explorar novas oportunidades de aplicação da plataforma em áreas distintas.

10 LIMITAÇÕES

10.1 MODELOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Existem situações em que o utilizador não conseguiu gerar conteúdo devido às políticas dos sistemas generativos de IA. Essas políticas incluem questões de privacidade e mitigação de riscos indesejáveis como propaganda, impersonificação e roubo de identidade, bem como a impossibilidade de gerar conteúdo violento ou não apropriado.

Além disso, é importante destacar que os conteúdos gerados por IA nem sempre fornecem toda a informação pretendida e/ou necessária para a compreensão completa do projeto. Estas podem resultar em informações imprecisas, incompletas ou fora de contexto, o que reforça a necessidade de validação e revisão cuidadosa dos dados antes de qualquer utilização. Portanto, recomenda-se cautela ao interpretar ou utilizar esses conteúdos, garantindo sempre a sua precisão e relevância para os objetivos do projeto.

10.2 MEIO AMBIENTE

É possível a existência de alguns riscos no acesso à Internet, especialmente em contextos hospitalares, incluindo a possibilidade de haver falhas de conexão, vulnerabilidades em termos de segurança ou até a não existência de acesso à Internet devido às decisões administrativas. Por isso mesmo, a velocidade na geração de conteúdos com IA é diretamente afetada, podendo tornar mais lento do que o esperado ou ocorrer um erro inesperado.

10.3 CONFIDENCIALIDADE

Este projeto é estritamente confidencial e contém informações sensíveis que estão protegidas por acordos de confidencialidade. Nenhuma parte deste projeto, incluindo os dados, resultados ou conclusões obtidas, pode ser divulgada, publicada ou apresentada ao público sem autorização prévia e por escrito das partes envolvidas.

10.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

No estudo realizado, várias limitações foram identificadas que impactaram a eficácia e a confiabilidade dos sistemas avaliados. Estas limitações incluem:

Falha na Utilização do Cronómetro. Um dos problemas notáveis foi a falha em finalizar o cronómetro corretamente em certas tarefas em certos participantes. Esta falha resultou em uma imprecisão significativa no tempo final registado para essas tarefas, o que pode ter comprometido a avaliação da eficiência e do desempenho dos utilizadores.

Erros na Geração de Conteúdo por IA. Foram observados erros na geração de conteúdo por IA, particularmente nas funcionalidades de geração de atividades oferecidas pelo *Chatbot* da aplicação *Musiquence Toolset* e pelo *Activity Generator* da plataforma *Musiquence + IA*. Esses erros incluem a produção de conteúdo inadequado ou incorreto, a criação de atividades e inserção de conteúdos digitais que não foram pedidos nos *prompts* inseridos pelos participantes, e também a ocorrência de erro e consequente ausência de geração de conteúdo, apresentando uma mensagem de erro.

Erro ao Duplicar Resposta. Outro problema significativo foi a ocorrência de um *crash* ao duplicar uma resposta de qualquer atividade criada no *Editor* da aplicação *Musiquence Toolset*. Esse erro grave impediu a realização correta de uma das tarefas planeadas e pode ter causado frustrações para os utilizadores.

Influência nas Ações da Tarefa de Geração de Atividades. A observação indica que quase todos os participantes inseriram toda a informação necessária no primeiro passo da tarefa de geração de atividades na *Musiquence + IA*, possivelmente devido à falta de informação sobre os restantes passos e à falta de conhecimento prévio sobre o processo. Além disso, a tarefa do *Chatbot* da *Musiquence Toolset* pode ter influenciado essa abordagem, pois a tarefa do *Chatbot* requer a inserção completa das informações na caixa de mensagem, o que pode ter levado os participantes a assumir uma abordagem semelhante na *Musiquence + IA*.

Interrupções Durante a Tarefa. Foi observado que alguns participantes estavam a conversar e pararam a meio da tarefa, apesar do tempo estar cronometrado. Essas interrupções podem ter afetado o fluxo da tarefa e a precisão dos resultados, comprometendo a avaliação da eficácia dos sistemas e a consistência dos dados recolhidos.

Referências

- [1] E. Aguirre, Z. Hoare, A. Streater, A. Spector, B. Woods, J. Hoe, and M. Orrell, “Cognitive stimulation therapy (CST) for people with dementia—who benefits most?” *International Journal of Geriatric Psychiatry*, vol. 28, no. 3, pp. 284–290, 2013, _eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/gps.3823>. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/gps.3823>
- [2] B. Woods, L. Thorgrimsen, A. Spector, L. Royan, and M. Orrell, “Improved quality of life and cognitive stimulation therapy in dementia,” *Aging & Mental Health*, vol. 10, no. 3, pp. 219–226, May 2006, publisher: Routledge _eprint: <https://doi.org/10.1080/13607860500431652>. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/13607860500431652>
- [3] G. Alvares-Pereira, M. V. Silva-Nunes, and A. Spector, “Validation of the cognitive stimulation therapy (CST) program for people with dementia in Portugal,” *Aging & Mental Health*, vol. 25, no. 6, pp. 1019–1028, May 2021, publisher: Routledge _eprint: <https://doi.org/10.1080/13607863.2020.1836473>. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/13607863.2020.1836473>
- [4] B. Woods, A. E. Spector, L. Prendergast, and M. Orrell, “Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in people with dementia,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 4, 2005, publisher: John Wiley & Sons, Ltd. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005562/full>
- [5] I. Gómez-Soria, I. Iguacel, A. Aguilar-Latorre, P. Peralta-Marrupe, E. Latorre, J. N. C. Zaldívar, and E. Calatayud, “Cognitive stimulation and cognitive results in older adults: A systematic review and meta-analysis,” *Archives of Gerontology and Geriatrics*, vol. 104, p. 104807, Jan. 2023.
- [6] A. Ugon, B. Séroussi, and C. Lovis, *Transforming Healthcare with the Internet of Things: Proceedings of the EFMI Special Topic Conference 2016*. IOS Press, Apr. 2016, google-Books-ID: 8qktDAAAQBAJ.

- [7] N. A. A. Zaki, T. S. M. T. Wook, and K. Ahmad, "Analysis and classification of serious games for cognitive stimulation," in *2015 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, Aug. 2015, pp. 612–617, iSSN: 2155-6830. [Online]. Available: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7352572?casa_token=Nfu9nSxaIvYAAAAA:ZJnpc6szOiyvrV4JH9xtTOwBsrMI5wWxy2E2yntNw2gEpOm83k6lNArbb4Qhn0_FhXQk3dQ-XA
- [8] M. Taddeo and L. Floridi, "How AI can be a force for good," *Science*, vol. 361, no. 6404, pp. 751–752, Aug. 2018, publisher: American Association for the Advancement of Science. [Online]. Available: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aat5991>
- [9] V. Liu and L. B. Chilton, "Design Guidelines for Prompt Engineering Text-to-Image Generative Models," in *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '22. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Apr. 2022, pp. 1–23. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3491102.3501825>
- [10] J. Oppenlaender, R. Linder, and J. Silvennoinen, "Prompting AI Art: An Investigation into the Creative Skill of Prompt Engineering," Mar. 2023, arXiv:2303.13534 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2303.13534>
- [11] J. Oppenlaender, "A Taxonomy of Prompt Modifiers for Text-To-Image Generation," Jun. 2023, arXiv:2204.13988 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2204.13988>
- [12] A. N. Ramesh, C. Kambhampati, J. R. T. Monson, and P. J. Drew, "Artificial intelligence in medicine." *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, vol. 86, no. 5, pp. 334–338, Sep. 2004. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1964229/>
- [13] A. Bohr and K. Memarzadeh, "Chapter 2 - The rise of artificial intelligence in healthcare applications," in *Artificial Intelligence in Healthcare*, A. Bohr and K. Memarzadeh, Eds. Academic Press, Jan. 2020, pp. 25–60. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128184387000022>
- [14] R. E. Balmer, S. L. Levin, and S. Schmidt, "Artificial Intelligence Applications in Telecommunications and other network industries," *Telecommunications Policy*, vol. 44,

- no. 6, p. 101977, Jul. 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596120300690>
- [15] Y. Ouyang, L. Wang, A. Yang, M. Shah, D. Belanger, T. Gao, L. Wei, and Y. Zhang, “The Next Decade of Telecommunications Artificial Intelligence,” Jan. 2021. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2101.09163v6>
- [16] E. Cetinic and J. She, “Understanding and Creating Art with AI: Review and Outlook,” *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications*, vol. 18, no. 2, pp. 66:1–66:22, Feb. 2022. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3475799>
- [17] J. Ploennigs and M. Berger, “AI art in architecture,” *AI in Civil Engineering*, vol. 2, no. 1, p. 8, Aug. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s43503-023-00018-y>
- [18] X. Zhai, X. Chu, C. S. Chai, M. S. Y. Jong, A. Istenic, M. Spector, J.-B. Liu, J. Yuan, and Y. Li, “A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020,” *Complexity*, vol. 2021, p. e8812542, Apr. 2021, publisher: Hindawi. [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/complexity/2021/8812542/>
- [19] J. Reed, B. Alterio, H. Coblenz, T. O’Lear, and T. Metz, “AI Image-Generation as a Teaching Strategy in Nursing Education,” *Journal of Interactive Learning Research*, vol. 34, no. 2, pp. 369–399, 2023, publisher: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). [Online]. Available: <https://www.learntechlib.org/primary/p/222304/>
- [20] L. Labadze, M. Grigolia, and L. Machaidze, “Role of AI chatbots in education: systematic literature review,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, no. 1, p. 56, Oct. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- [21] G. G. Hallur, S. Prabhu, and A. Aslekar, “Entertainment in Era of AI, Big Data & IoT,” in *Digital Entertainment: The Next Evolution in Service Sector*, S. Das and S. Gochhait, Eds. Singapore: Springer Nature, 2021, pp. 87–109. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-981-15-9724-4_5
- [22] D. Fu and R. Houlette, “Putting AI in entertainment: an AI authoring tool for simulation and games,” *IEEE Intelligent Systems*, vol. 17, no. 4, pp. 81–84,

- Jul. 2002, conference Name: IEEE Intelligent Systems. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1024756>
- [23] N. Chmait and H. Westerbeek, “Artificial Intelligence and Machine Learning in Sport Research: An Introduction for Non-data Scientists,” *Frontiers in Sports and Active Living*, vol. 3, 2021. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspor.2021.682287>
- [24] J. Furman and R. Seamans, “AI and the Economy,” *Innovation Policy and the Economy*, vol. 19, pp. 161–191, Jan. 2019, publisher: The University of Chicago Press. [Online]. Available: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/699936>
- [25] S. Youn and S. V. Jin, ““In A.I. we trust?” The effects of parasocial interaction and technopian versus luddite ideological views on chatbot-based customer relationship management in the emerging “feeling economy”,” *Computers in Human Behavior*, vol. 119, p. 106721, Jun. 2021. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563221000431>
- [26] F. Königstorfer and S. Thalmann, “Applications of Artificial Intelligence in commercial banks – A research agenda for behavioral finance,” *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, vol. 27, p. 100352, Sep. 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214635019302503>
- [27] J. W. Goodell, S. Kumar, W. M. Lim, and D. Pattnaik, “Artificial intelligence and machine learning in finance: Identifying foundations, themes, and research clusters from bibliometric analysis,” *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, vol. 32, p. 100577, Dec. 2021. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214635021001210>
- [28] Z. Huang, “Analysis of Text-to-Image AI Generators.”
- [29] OECD, *Health at a Glance 2021: OECD Indicators*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2021. [Online]. Available: https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2021_ae3016b9-en
- [30] A. Lazar, H. Thompson, and G. Demiris, “A Systematic Review of the Use of Technology for Reminiscence Therapy,” *Health Education & Behavior*, vol. 41, no.

- 1_suppl, pp. 51S–61S, Oct. 2014, publisher: SAGE Publications Inc. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/1090198114537067>
- [31] R. McShane^a, M. J. Westby^a, E. Roberts, N. Minakaran, L. Schneider, L. E. Farrimond, N. Maayan, J. Ware, and J. Debarros, “Memantine for dementia,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 3, 2019, publisher: John Wiley & Sons, Ltd. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003154.pub6/full>
- [32] Y.-H. Meng, P.-P. Wang, Y.-X. Song, and J.-H. Wang, “Cholinesterase inhibitors and memantine for Parkinson’s disease dementia and Lewy body dementia: A meta-analysis,” *Experimental and Therapeutic Medicine*, vol. 17, no. 3, pp. 1611–1624, Mar. 2019, publisher: Spandidos Publications. [Online]. Available: <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/etm.2018.7129>
- [33] J. Kirkham, C. Sherman, C. Velkers, C. Maxwell, S. Gill, P. Rochon, and D. Seitz, “Antipsychotic Use in Dementia: Is There a Problem and Are There Solutions?” *The Canadian Journal of Psychiatry*, vol. 62, no. 3, pp. 170–181, Mar. 2017, publisher: SAGE Publications Inc. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0706743716673321>
- [34] R. Magierski, T. Sobow, E. Schwertner, and D. Religa, “Pharmacotherapy of Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia: State of the Art and Future Progress,” *Frontiers in Pharmacology*, vol. 11, 2020. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2020.01168>
- [35] C. M. C. Bottino, I. A. M. Carvalho, A. M. M. A. Alvarez, R. Avila, P. R. Zukauskas, S. E. Z. Bustamante, F. C. Andrade, S. R. Hototian, F. Saffi, and C. H. P. Câmargo, “Cognitive rehabilitation combined with drug treatment in Alzheimer’s disease patients: a pilot study,” *Clinical Rehabilitation*, vol. 19, no. 8, pp. 861–869, Dec. 2005.
- [36] T. Horr, B. Messinger-Rapport, and J. A. Pillai, “Systematic review of strengths and limitations of randomized controlled trials for non-pharmacological interventions in mild cognitive impairment: focus on Alzheimer’s disease,” *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, vol. 19, no. 2, pp. 141–153, Feb. 2015.
- [37] J. O. Pinto, A. R. Dores, A. Geraldo, B. Peixoto, and F. Barbosa, “Sensory stimulation programs in dementia: a systematic review of methods and effectiveness,” *Expert Review*

- of Neurotherapeutics*, vol. 20, no. 12, pp. 1229–1247, Dec. 2020, publisher: Taylor & Francis _eprint: <https://doi.org/10.1080/14737175.2020.1825942>. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/14737175.2020.1825942>
- [38] B. Woods, L. O’Philbin, E. M. Farrell, A. E. Spector, and M. Orrell, “Reminiscence therapy for dementia,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 3, 2018, publisher: John Wiley & Sons, Ltd. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001120.pub3/full>
- [39] S. Moon and K. Park, “The effect of digital reminiscence therapy on people with dementia: a pilot randomized controlled trial,” *BMC Geriatrics*, vol. 20, no. 1, p. 166, May 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12877-020-01563-2>
- [40] S. Y. M. Emblad and E. B. Mukaetova-Ladinska, “Creative Art Therapy as a Non-Pharmacological Intervention for Dementia: A Systematic Review,” *Journal of Alzheimer’s Disease Reports*, vol. 5, no. 1, pp. 353–364, Jan. 2021, publisher: IOS Press. [Online]. Available: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-alzheimers-disease-reports/adr201002>
- [41] C. Moreno-Morales, R. Calero, P. Moreno-Morales, and C. Pintado, “Music Therapy in the Treatment of Dementia: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Frontiers in Medicine*, vol. 7, 2020. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2020.00160>
- [42] H.-C. Li, H.-H. Wang, C.-Y. Lu, T.-B. Chen, Y.-H. Lin, and I. Lee, “The effect of music therapy on reducing depression in people with dementia: A systematic review and meta-analysis,” *Geriatric Nursing*, vol. 40, no. 5, pp. 510–516, Sep. 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197457218306621>
- [43] N. M. Lai, S. M. W. Chang, S. S. Ng, S. L. Tan, N. Chaiyakunapruk, and F. Stanaway, “Animal-assisted therapy for dementia,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 11, 2019, publisher: John Wiley & Sons, Ltd. [Online]. Available: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013243.pub2/abstract>
- [44] J. H. Zafra-Tanaka, K. Pacheco-Barrios, W. A. Tellez, and A. Taype-Rondan, “Effects

- of dog-assisted therapy in adults with dementia: a systematic review and meta-analysis,” *BMC Psychiatry*, vol. 19, no. 1, p. 41, Jan. 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12888-018-2009-z>
- [45] B. Klimova, J. Toman, and K. Kuca, “Effectiveness of the dog therapy for patients with dementia - a systematic review,” *BMC Psychiatry*, vol. 19, no. 1, p. 276, Sep. 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s12888-019-2245-x>
- [46] H. Sumioka, N. Yamato, M. Shiomi, and H. Ishiguro, “A Minimal Design of a Human Infant Presence: A Case Study Toward Interactive Doll Therapy for Older Adults With Dementia,” *Frontiers in Robotics and AI*, vol. 8, 2021. [Online]. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2021.633378>
- [47] A. Martín-García, A.-I. Corregidor-Sánchez, V. Fernández-Moreno, V. Alcántara-Porcuna, and J.-J. Criado-Álvarez, “Effect of Doll Therapy in Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia: A Systematic Review,” *Healthcare*, vol. 10, no. 3, p. 421, Mar. 2022, number: 3 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2227-9032/10/3/421>
- [48] H. L. Lam, W. T. V. Li, I. Laher, and R. Y. Wong, “Effects of Music Therapy on Patients with Dementia—A Systematic Review,” *Geriatrics*, vol. 5, no. 4, p. 62, Dec. 2020, number: 4 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2308-3417/5/4/62>
- [49] A. Shirsat, R. K. Jha, and P. Verma, “Music Therapy in the Treatment of Dementia: A Review Article,” *Cureus*, vol. 15, no. 3, p. e36954. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10151115/>
- [50] H.-F. Hsieh and J.-J. Wang, “Effect of reminiscence therapy on depression in older adults: a systematic review,” *International Journal of Nursing Studies*, vol. 40, no. 4, pp. 335–345, May 2003. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020748902001013>
- [51] K. Yasuda, K. Kuwabara, N. Kuwahara, S. Abe, and N. Tetsutani, “Effectiveness of personalised reminiscence photo videos for individuals with dementia,” *Neuropsychological*

- Rehabilitation*, vol. 19, no. 4, pp. 603–619, Aug. 2009, publisher: Routledge _eprint: <https://doi.org/10.1080/09602010802586216>. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/09602010802586216>
- [52] A. Spector, M. Orrell, and B. Woods, “Cognitive Stimulation Therapy (CST): effects on different areas of cognitive function for people with dementia,” *International Journal of Geriatric Psychiatry*, vol. 25, no. 12, pp. 1253–1258, 2010, _eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/gps.2464>. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/gps.2464>
- [53] L. D. A. Ferreira, “Musiquence – Design, Implementation and Validation of a Customizable Music and Reminiscence Cognitive Stimulation Platform for People with Dementia,” doctoralThesis, Feb. 2021, accepted: 2021-04-30T09:06:14Z. [Online]. Available: <https://run.unl.pt/handle/10362/116417>
- [54] D. Zhang, M. M. Islam, and G. Lu, “A review on automatic image annotation techniques,” *Pattern Recognition*, vol. 45, no. 1, pp. 346–362, Jan. 2012. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031320311002391>
- [55] A. Ray and S. Roy, “Recent trends in image watermarking techniques for copyright protection: a survey,” *International Journal of Multimedia Information Retrieval*, vol. 9, no. 4, pp. 249–270, Dec. 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s13735-020-00197-9>
- [56] V. Kaul, S. Enslin, and S. A. Gross, “History of artificial intelligence in medicine,” *Gastrointestinal Endoscopy*, vol. 92, no. 4, pp. 807–812, Oct. 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016510720344667>
- [57] S. J. Russell, P. Norvig, and E. Davis, *Artificial intelligence: a modern approach*, 3rd ed., ser. Prentice Hall series in artificial intelligence. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.
- [58] M. Haenlein and A. Kaplan, “A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence,” *California Management Review*, vol. 61, no. 4, pp. 5–14, Aug. 2019, publisher: SAGE Publications Inc. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>

- [59] L. Maciel, “Editorial: ChatGPT and the ethical aspects of artificial intelligence,” *Revista de Gestão*, vol. 30, no. 2, pp. 110–112, Jan. 2023, publisher: Emerald Publishing Limited. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1108/REGE-04-2023-207>
- [60] S. Grassini, “Shaping the Future of Education: Exploring the Potential and Consequences of AI and ChatGPT in Educational Settings,” *Education Sciences*, vol. 13, no. 7, p. 692, Jul. 2023, number: 7 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/7/692>
- [61] M. Montenegro-Rueda, J. Fernández-Cerero, J. M. Fernández-Batanero, and E. López-Meneses, “Impact of the Implementation of ChatGPT in Education: A Systematic Review,” *Computers*, vol. 12, no. 8, p. 153, Aug. 2023, number: 8 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2073-431X/12/8/153>
- [62] OpenAI, “GPT-4 Technical Report,” Mar. 2023. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2303.08774v3>
- [63] “Claude 2.” [Online]. Available: <https://www.anthropic.com/index/claude-2>
- [64] “Bing Chat | Microsoft Edge.” [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/edge/features/bing-chat>
- [65] “DALL-E 3.” [Online]. Available: <https://openai.com/dall-e-3>
- [66] G. Marcus, E. Davis, and S. Aaronson, “A very preliminary analysis of DALL-E 2,” May 2022, arXiv:2204.13807 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2204.13807>
- [67] “DALL-E 2.” [Online]. Available: <https://openai.com/dall-e-2>
- [68] C. Saharia, W. Chan, S. Saxena, L. Li, J. Whang, E. Denton, S. K. S. Ghasemipour, B. K. Ayan, S. S. Mahdavi, R. G. Lopes, T. Salimans, J. Ho, D. J. Fleet, and M. Norouzi, “Photorealistic Text-to-Image Diffusion Models with Deep Language Understanding,” May 2022, arXiv:2205.11487 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2205.11487>
- [69] “Bing Image Creator.” [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/edge/features/image-creator>

- [70] L. Yu, B. Shi, R. Pasunuru, B. Muller, O. Golovneva, T. Wang, A. Babu, B. Tang, B. Karrer, S. Sheynin, C. Ross, A. Polyak, R. Howes, V. Sharma, P. Xu, H. Tamoyan, O. Ashual, U. Singer, S.-W. Li, S. Zhang, R. James, G. Ghosh, Y. Taigman, M. Fazel-Zarandi, A. Celikyilmaz, L. Zettlemoyer, and A. Aghajanyan, “Scaling Autoregressive Multi-Modal Models: Pretraining and Instruction Tuning,” Sep. 2023, arXiv:2309.02591 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2309.02591>
- [71] A. Borji, “Generated Faces in the Wild: Quantitative Comparison of Stable Diffusion, Midjourney and DALL-E 2,” Jun. 2023, arXiv:2210.00586 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2210.00586>
- [72] D. Magdy, “The Use of Artificial Intelligence Art Generator "Midjourney" in Artistic and Advertising Creativity,” vol. 4, pp. 42–58, Jun. 2023.
- [73] J. Oppenlaender, “The Creativity of Text-to-Image Generation,” in *Proceedings of the 25th International Academic Mindtrek Conference*, Nov. 2022, pp. 192–202, arXiv:2206.02904 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2206.02904>
- [74] J. Ho, W. Chan, C. Saharia, J. Whang, R. Gao, A. Gritsenko, D. P. Kingma, B. Poole, M. Norouzi, D. J. Fleet, and T. Salimans, “IMAGEN VIDEO: HIGH DEFINITION VIDEO GENERATION WITH DIFFUSION MODELS.”
- [75] U. Singer, A. Polyak, T. Hayes, X. Yin, J. An, S. Zhang, Q. Hu, H. Yang, O. Ashual, O. Gafni, D. Parikh, S. Gupta, and Y. Taigman, “Make-A-Video: Text-to-Video Generation without Text-Video Data,” Sep. 2022, arXiv:2209.14792 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2209.14792>
- [76] B. Poole, A. Jain, J. T. Barron, and B. Mildenhall, “DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion,” Sep. 2022, arXiv:2209.14988 [cs, stat]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2209.14988>
- [77] A. Nichol, H. Jun, P. Dhariwal, P. Mishkin, and M. Chen, “Point-E: A System for Generating 3D Point Clouds from Complex Prompts,” Dec. 2022, arXiv:2212.08751 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2212.08751>

- [78] J. Copet, F. Kreuk, I. Gat, T. Remez, D. Kant, G. Synnaeve, Y. Adi, and A. Défossez, “Simple and Controllable Music Generation,” Jun. 2023, arXiv:2306.05284 [cs, eess]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2306.05284>
- [79] D. Zhu, J. Chen, X. Shen, X. Li, and M. Elhoseiny, “MiniGPT-4: Enhancing Vision-Language Understanding with Advanced Large Language Models,” Oct. 2023, arXiv:2304.10592 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.10592>
- [80] A. M. Dakhel, V. Majdinasab, A. Nikanjam, F. Khomh, M. C. Desmarais, Z. Ming, and Jiang, “GitHub Copilot AI pair programmer: Asset or Liability?” Apr. 2023, arXiv:2206.15331 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2206.15331>
- [81] S. Peng, E. Kalliamvakou, P. Cihon, and M. Demirer, “The Impact of AI on Developer Productivity: Evidence from GitHub Copilot,” Feb. 2023, arXiv:2302.06590 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2302.06590>
- [82] J. Deng and Y. Lin, “The Benefits and Challenges of ChatGPT: An Overview,” *Frontiers in Computing and Intelligent Systems*, vol. 2, no. 2, pp. 81–83, 2022, number: 2. [Online]. Available: <https://drpress.org/ojs/index.php/fcis/article/view/4465>
- [83] K. Kazi, S. Devi, B. Sreedhar, and P. Arulprakash, “A Path Towards Child-Centric Artificial Intelligence based Education,” *International Journal of Early Childhood Special Education*, vol. 14, p. 2022, Jan. 2022.
- [84] A. Krishnan, S. Swarna, and B. H. S, “Robotics, IoT, and AI in the Automation of Agricultural Industry: A Review,” in *2020 IEEE Bangalore Humanitarian Technology Conference (B-HTC)*, Oct. 2020, pp. 1–6. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9297856>
- [85] S. Jalal, W. Parker, D. Ferguson, and S. Nicolaou, “Exploring the Role of Artificial Intelligence in an Emergency and Trauma Radiology Department,” *Canadian Association of Radiologists Journal*, vol. 72, no. 1, pp. 167–174, Feb. 2021, publisher: SAGE Publications Inc. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/0846537120918338>
- [86] Amisha, P. Malik, M. Pathania, and V. K. Rathaur, “Overview of artificial intelligence in medicine,” *Journal of Family Medicine and Primary Care*, vol. 8, no. 7, pp. 2328–2331, Jul.

2019. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6691444/>
- [87] R. Louie, A. Coenen, C. Z. Huang, M. Terry, and C. J. Cai, “Novice-AI Music Co-Creation via AI-Steering Tools for Deep Generative Models,” in *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI ’20. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, Apr. 2020, pp. 1–13. [Online]. Available: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3313831.3376739>
- [88] R. Prasad and D. Makesh, “Impact of AI on Media & Entertainment Industry,” Jun. 2024, pp. 41–71.
- [89] J. G. Claudino, D. d. O. Capanema, T. V. de Souza, J. C. Serrão, A. C. Machado Pereira, and G. P. Nassis, “Current Approaches to the Use of Artificial Intelligence for Injury Risk Assessment and Performance Prediction in Team Sports: a Systematic Review,” *Sports Medicine - Open*, vol. 5, no. 1, p. 28, Jul. 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0202-3>
- [90] G. Fialho, A. Manhães, and J. P. Teixeira, “Predicting Sports Results with Artificial Intelligence – A Proposal Framework for Soccer Games,” *Procedia Computer Science*, vol. 164, pp. 131–136, Jan. 2019. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919322033>
- [91] N. Eli-Chukwu and E. Ogwugwam, “Applications of Artificial Intelligence in Agriculture: A Review,” *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 9, pp. 4377–4383, Aug. 2019.
- [92] A. Nikitas, K. Michalakopoulou, E. T. Njaya, and D. Karampatzakis, “Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era,” *Sustainability*, vol. 12, no. 7, p. 2789, Jan. 2020, number: 7 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/7/2789>
- [93] G. Bathla, K. Bhadane, R. K. Singh, R. Kumar, R. Aluvalu, R. Krishnamurthi, A. Kumar, R. N. Thakur, and S. Basheer, “Autonomous Vehicles and Intelligent Automation: Applications, Challenges, and Opportunities,” *Mobile Information Systems*,

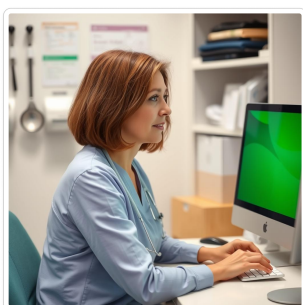
- vol. 2022, p. e7632892, Jun. 2022, publisher: Hindawi. [Online]. Available: <https://www.hindawi.com/journals/misy/2022/7632892/>
- [94] Y. Ma, Z. Wang, H. Yang, and L. Yang, "Artificial intelligence applications in the development of autonomous vehicles: a survey," *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, vol. 7, no. 2, pp. 315–329, Mar. 2020, conference Name: IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9016391>
- [95] I. H. Sarker, M. H. Furhad, and R. Nowrozy, "AI-Driven Cybersecurity: An Overview, Security Intelligence Modeling and Research Directions," *SN Computer Science*, vol. 2, no. 3, p. 173, Mar. 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00557-0>
- [96] J. Kim and N. Park, "Blockchain-Based Data-Preserving AI Learning Environment Model for AI Cybersecurity Systems in IoT Service Environments," *Applied Sciences*, vol. 10, no. 14, p. 4718, Jan. 2020, number: 14 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/14/4718>
- [97] M. Bistrón and Z. Piotrowski, "Artificial Intelligence Applications in Military Systems and Their Influence on Sense of Security of Citizens," *Electronics*, vol. 10, no. 7, p. 871, Jan. 2021, number: 7 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2079-9292/10/7/871>
- [98] F. E. Morgan, B. Boudreaux, A. J. Lohn, M. Ashby, C. Curriden, K. Klima, and D. Grossman, "Military applications of artificial intelligence," *Santa Monica: RAND Corporation*, 2020. [Online]. Available: https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_reports/RR3100/RR3139-1/RAND_RR3139-1.pdf
- [99] Y. Liu, G. Deng, Z. Xu, Y. Li, Y. Zheng, Y. Zhang, L. Zhao, T. Zhang, and Y. Liu, "Jailbreaking ChatGPT via Prompt Engineering: An Empirical Study," May 2023, arXiv:2305.13860 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2305.13860>
- [100] F. Rahimi and A. Talebi Bezmin Abadi, "ChatGPT and Publication Ethics," *Archives of Medical Research*, vol. 54, no. 3, pp. 272–274, Apr. 2023. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188440923000383>

- [101] J. Oppenlaender, A. Visuri, V. Paananen, R. Linder, and J. Silvennoinen, "Text-to-Image Generation: Perceptions and Realities," May 2023, arXiv:2303.13530 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2303.13530>
- [102] X. Tu, Z. He, Y. Huang, Z.-H. Zhang, M. Yang, and J. Zhao, "An overview of large AI models and their applications," *Visual Intelligence*, vol. 2, no. 1, p. 34, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s44267-024-00065-8>
- [103] C. K. Lo, "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature," *Education Sciences*, vol. 13, no. 4, p. 410, Apr. 2023, number: 4 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute. [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/4/410>
- [104] K. Mania, "Legal Protection of Revenge and Deepfake Porn Victims in the European Union: Findings From a Comparative Legal Study," *Trauma, Violence, & Abuse*, p. 15248380221143772, Dec. 2022, publisher: SAGE Publications. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/15248380221143772>
- [105] M. Westerlund, "The Emergence of Deepfake Technology: A Review," *Technology Innovation Management Review*, vol. 9, no. 11, pp. 39–52, Jan. 2019. [Online]. Available: <https://timreview.ca/article/1282>
- [106] A. Ghosh and G. Fossas, "Can There be Art Without an Artist?" Nov. 2022, arXiv:2209.07667 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2209.07667>
- [107] S. Shan, J. Cryan, E. Wenger, H. Zheng, R. Hanocka, and B. Y. Zhao, "Glaze: Protecting Artists from Style Mimicry by Text-to-Image Models," Aug. 2023, arXiv:2302.04222 [cs]. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2302.04222>
- [108] A. Torres, "Cognitive Effects of Videogames on Older People," *International Journal on Disability and Human Development*, vol. 10, Jan. 2008.
- [109] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," *Usability Eval. Ind.*, vol. 189, Nov. 1995.
- [110] S. G. Hart, "Nasa-Task Load Index (NASA-TLX); 20 Years Later," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 50, no. 9, pp.

- 904–908, Oct. 2006, publisher: SAGE Publications Inc. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/154193120605000909>
- [111] M. Schrepp, A. Hinderks, and J. Thomaschewski, “Design and Evaluation of a Short Version of the User Experience Questionnaire (UEQ-S),” *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, vol. 4, p. 103, Jan. 2017.
- [112] “Wilcoxon Signed-Ranks Table | Real Statistics Using Excel.” [Online]. Available: <https://real-statistics.com/statistics-tables/wilcoxon-signed-ranks-table/>
- [113] D. C. Howell, “Statistical Methods for Psychology,” 2010.
- [114] F. Sani, J. Todman, and J. B. Todman, *Experimental Design and Statistics for Psychology: A First Course*. Wiley, 2006.
- [115] A. I. Wang and R. Tahir, “The effect of using Kahoot! for learning – A literature review,” *Computers & Education*, vol. 149, p. 103818, May 2020. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131520300208>
- [116] J. B. d. Silva, M. H. Andrade, R. R. d. Oliveira, G. L. Sales, and F. R. V. Alves, “Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula,” *Revista Thema*, vol. 15, no. 2, pp. 780–791, May 2018, number: 2. [Online]. Available: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/838>

11 ANEXOS

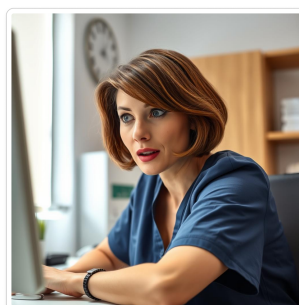
11.1 CENÁRIOS



A psychologist sits at her desk, using *Musiquence*, to create a quiz for her next session. She types quickly, aiming to finish before her next appointment.



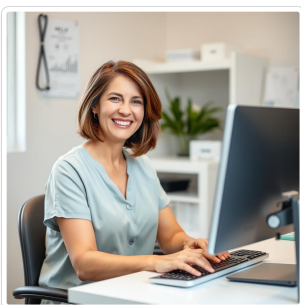
She glances at the clock on the wall, and panic sets in—there are only 10 minutes left! She realizes there isn't enough time to manually insert all the content needed to create the activity.



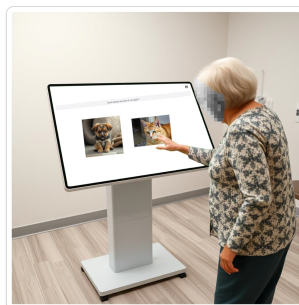
In a moment of clarity, the psychologist decides to use the new AI tools integrated into *Musiquence*. She quickly navigates it, hoping this will save her from running out of time.



She instructs the AI to create two images: one of a puppy and another of a cat. Within seconds, the images are generated and ready. She breathes a sigh of relief as the digital assets are now at her disposal.



Finally, she completes the quiz activity. Everything is set up perfectly! The psychologist is delighted—she managed to create the content without the stress of manual input, all thanks to the AI tool.



Later, she introduces the new activity to the old lady. She smiles as she engages with the content, finding it both fun and easy to follow. The psychologist is pleased; her last-minute decision has paid off, making the session enjoyable and effective.

Figura 47: Cenário 1 - Geração Rápida de Conteúdo em Sessões Terapêuticas.



A psychologist sits at his living room, working on his laptop, using *Musiquence* for an upcoming session tomorrow. He is focused on designing an engaging exercise.



As he searches for suitable images on *Google* to complete his quiz, he quickly becomes frustrated, because they are copyrighted or require payment to use.



An idea sparks in his mind: he remembers that *Musiquence* has a set of new AI tools! Excited by the possibility, he navigates, hoping it will help him generate the images he needs.



Within moments, the AI tool generates two high-quality images that perfectly fit his quiz activity. He smiles, relieved that he no longer has to worry about image licenses.



He saves the newly completed quiz and leans back, satisfied with his work. The activity is ready for tomorrow's session, and he feels confident that it will go smoothly.



The next day, he introduces the quiz to his participant during the session. They both enjoy the activity, finding it engaging and informative. The psychologist is pleased to see his effort pay off.

Figura 48: Cenário 2 - Geração de Conteúdo sem Direitos de Autor.

11.2 QUESTIONÁRIOS

Dados básicos – Musiquence Toolset

O preenchimento deste formulário é totalmente opcional. Caso prefira, você pode optar por não preenchê-lo, sem qualquer prejuízo ou impacto.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. ID do participante *

Dados do participante

2. Idade *

3. Género *

Marcar apenas uma oval.

☐ Masculino

☐ Feminino

☐ Outra:

4. Profissão *

5. Área científica *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Informática
☐ Psicologia
☐ Artes
☐ Educação
☐ Outra: _____

6. Estado civil *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Solteiro(a)
☐ Casado(a)
☐ Divorciado(a)
☐ Separado(a)
☐ Viúvo(a)
☐ Outra: _____

Conhecimento de computadores

7. Quantos dos seguintes dispositivos tem atualmente? *

Marcar apenas uma oval por linha.

	0	1	2	3+
PC (Computador de secretária)	☐	☐	☐	☐
Tablet	☐	☐	☐	☐
Smartphone	☐	☐	☐	☐
Portátil	☐	☐	☐	☐

8. Em média, quantas horas por dia utiliza o computador? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ < 1 hora
- ☐ 1-3 horas
- ☐ 4-6 horas
- ☐ 7-9 horas
- ☐ +9 horas

9. Qual a sua experiência no computador? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Novato (Sem experiência ou conhecimento)
- ☐ Principiante (Navegar na internet e enviar emails)
- ☐ Básico (Uso de processadores de texto)
- ☐ Intermédio (Gestão de ficheiros)
- ☐ Avançado (Capaz de usar software complexo e resolver problemas)
- ☐ Experiente (Uso de ferramentas avançadas e software especializado)
- ☐ Especialista (Capaz de programar e administrar sistemas)

Figura 49: Questionário de dados de participante

Questionários – Musiquence Toolset

O preenchimento deste formulário é totalmente opcional. Caso prefira, você pode optar por não preenchê-lo, sem qualquer prejuízo ou impacto.

* Indica uma pergunta obrigatória

1. ID do participante *

System Usability Scale – Musiquence Toolset

2. 1. Eu gostaria de utilizar este sistema com frequência. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

3. 2. Achei o sistema desnecessariamente complexo. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

4. 3. Considerei que o sistema foi fácil de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

5. 4. Penso que precisaria de apoio de um responsável técnico/especialista para ser capaz de usar este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

6. 5. Achei que as várias funções deste sistema estavam bem integradas. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

7. 6. Considero que houve muita inconsistência neste sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

8. 7. Eu diria que a maioria das pessoas conseguiriam aprender a utilizar este sistema muito rapidamente. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

9. 8. Achei o sistema muito complicado de utilizar. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

10. 9. Senti-me muito confiante na utilização deste sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concorde totalmente

11. 10. Precisava de aprender muitas coisas antes de continuar a utilizar este sistema. *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Disc ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Concordo totalmente

Raw NASA TLX – Musiquence Toolset

- ## 12. Demanda Mental *

Quão mentalmente exigente foi a tarefa?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

13. Demanda Física *

Quão fisicamente exigente foi a tarefa?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

14. Demanda Temporal *

Quão precipitado ou apressado foi o ritmo da tarefa?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

15. Desempenho *

Quão bem-sucedido você foi em realizar o que lhe foi solicitado?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

16. Esforço *

Quão duro você teve que trabalhar para atingir o seu nível de desempenho?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

17. Frustração *

Quão inseguro, desanimado, irritado, stressado e aborrecido você estava?

Marcar apenas uma oval.

[illegible]

User Experience Questionnaire – Musiquence Toolset

18. Q1 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

obs ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ condutor

19. Q2 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

con ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ fácil

20. Q3 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

inef ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ eficiente

21. Q4 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

con ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ evidente

22. Q5 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

abc ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ excitante

23. Q6 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

des ☐ ☐ : ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ interessante

24. Q7 *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5 6 7

con ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ original

25. Q8 *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	6	7	
con	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	vanguardista

Figura 50: Métricas *SUS*, *NASA-TLX* e *UEQ-S* utilizados para uma aplicação (neste caso, a aplicação é o *Musiquence Toolset*).

Feedback geral – Musiquence Apps

O preenchimento deste formulário é totalmente opcional. Caso prefira, você pode optar por não preenchê-lo, sem qualquer prejuízo ou impacto.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. ID do participante *

Avaliação das funcionalidades

2. Selecione as três melhores funcionalidades da Musiquence Toolset *

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Editor
- ☐ Musimagerator
- ☐ Chatbot
- ☐ TTS
- ☐ Joiner
- ☐ Splitter
- ☐ Analyser

3. Porque é que seleccionou estas três como as melhores? *

4. Selecione as três piores funcionalidades da Musiquence Toolset *

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Editor
- ☐ Muslmagerator
- ☐ Chatbot
- ☐ TTS
- ☐ Joiner
- ☐ Splitter
- ☐ Analyser

5. Porque é que seleccionou estas três como as piores? *

6. Selecione a melhor funcionalidade da Musiquence com IA *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Geração de atividades
- ☐ Geração de imagens
- ☐ Geração de áudio

7. Porque é que seleccionou esta como a melhor? *

8. Selecione a pior funcionalidade da Musiquence com IA *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Geração de atividades
- ☐ Geração de imagens
- ☐ Geração de áudio

9. Porque é que seleccionou esta como a pior? *

Inteligência Artificial na geração de conteúdos

10. Os conteúdos gerados pela IA **em Musiquence Toolset** atendem às minhas expectativas em termos de ...

Marcar apenas uma oval por linha.

[illegible]

11. Os conteúdos gerados pela IA **em Musiquence + IA** atendem às minhas expectativas em termos de ... *

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5	6	7
Tempo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Qualidade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Eficiência	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Precisão	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

12. Que aspetos de IA você gostaria de ter melhorias ou alterações? (Opcional)

Mais observações

13. Mais observações (Opcional)

Figura 51: Questionário de *feedback* geral para ambas as aplicações e observações adicionais.

11.3 OUTROS

TASKS/TAREFAS

ID: Musiquence Toolset - Editor

Description:

(EN) Create an activity of type quiz-v2 with a basic math addition, with 3 answers and a predefined layout, where the answers are positioned in the middle of the screen, to insert it to Musiquence.

(PT) Crie uma atividade do tipo quiz-v2 com uma conta matemática simples, com 3 respostas e um layout pré-definido, onde as respostas situam-se posicionadas a meio do ecrã, para inseri-la no Musiquence.

ID: Musiquence Toolset - TTS

Description:

(EN) Generate an audio with a script "Hello and welcome to Musiquence!", listen to it and save it as an activity file as audio instruction.

(PT) Gere um áudio com o script "Olá e bem-vindo a Musiquence!", ouve-o e salve-o como um ficheiro de atividade como áudio de instrução.

ID: Musiquence Toolset - Musimagerator

Description:

(EN) Generate images of size 768x768 of "An astronaut riding a horse in space" and save the selected image as image file.

Then, download an activity with a puppy as a background image and insert it to Musiquence.

(PT) Gere imagens de tamanho 768x768 de "Um astronauta andando a cavalo no espaço" e salve a imagem selecionada como ficheiro de imagem.

Em seguida, baixe uma atividade como imagem de fundo de um cão e insira-a no Musiquence.

ID: Musiquence Toolset - Joiner
Description:

(EN) Given a folder of several Musiquence files, order them from the number on the activity's question, and insert it to Musiquence.

(PT) Dada uma pasta com vários arquivos de Musiquence, ordene-os a partir do número da questão da atividade e insira-os na Musiquence.

ID: Musiquence Toolset - Splitter
Description:

(EN) With the downloaded activity file from Joiner or given a Musiquence file, split each activity into a new list, and insert one of the files to Musiquence.

(PT) Com o arquivo de atividades gerado do Joiner ou com um ficheiro do Musiquence, divida cada atividade numa nova lista e insira um dos ficheiros no Musiquence.

ID: Musiquence Toolset - Analyser
Description:

(EN) With the downloaded activity file from Joiner or given a Musiquence file, change it so that the first activity was too easy and the second one was too hard and download one of the activities with added recommendation.

(PT) Com o ficheiro de atividades gerado do Joiner ou com um arquivo Musiquence, altere-o para que a primeira atividade seja muito fácil e a segunda muito difícil e transfere uma das atividades com sugestão adicional.

ID: Musiquence Toolset - Chatbot
Description:

(EN) Ask the chatbot to generate an activity of type quiz-v2 about what is the capital of Portugal, with 4 answers, to insert it to Musiquence.

(PT) Pergunta ao chatbot para gerar uma atividade do tipo quiz-v2 sobre qual é a capital de Portugal, com 4 respostas, para inseri-la no Musiquence.

ID: Musiquence + AI - Activity Generator

Description:

(EN) Generate 2 activities of type quiz-v2 about simple Portugal trivia, with a background image of a Lisbon city in the last activity.

(PT) Gere 2 atividades do tipo quiz-v2 sobre curiosidades simples de Portugal, com imagem de fundo da cidade de Lisboa na última atividade.

ID: Musiquence + AI - Image Generator

Description:

(EN) In a new search activity, generate 2 images of "A beach at sunset" to insert in the first answer.

Then, in the second answer, select an image from a previous generated history about white buildings, to insert in that answer.

(PT) Numa nova atividade de procura, gere 2 imagens de "Uma praia ao pôr do sol" para inserir na primeira resposta.

Em seguida, na segunda resposta, selecione uma imagem de um histórico gerado anteriormente sobre edifícios brancos, para inserir nessa resposta.

ID: Musiquence + AI - Audio Generator

Description:

(EN) In the search activity, generate an audio instruction to select the beach.

(PT) Na atividade de procura, gere uma instrução de áudio para selecionar a praia.

Figura 52: Lista de tarefas a serem executadas.

ID: Musiquence Toolset - TTS

Description:

(EN) Generate an audio with a script “Hello and welcome to Musiquence!”, listen to it and save it as an activity file as audio instruction.

(PT) Gere um áudio com o script “Olá e bem-vindo a Musiquence!”, ouve-o e salve-o como um ficheiro de atividade como áudio de instrução.

Steps:

1. Click on TTS
2. Select model
3. Insert text script
4. Click on Generate
5. Wait patiently
6. Click on Download Audio file
7. Save file

-
1. Click on Recent History
 2. Select last generated audio
 3. Click on Download as Activity
 4. Save file

Criteria	Details	Time
Number of Errors		Minimum: 0:20 - 0:30 Reality:
Number of Wrong Directions		
Number of Helps Needed		
Additional Observations		

Figura 53: Exemplo de uma página de uma tarefa no lado do investigador principal.

alpha values							
n	0.001	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10	0.20
5	--	--	--	--	--	0	2
6	--	--	--	--	0	2	3
7	--	--	--	0	2	3	5
8	--	--	0	2	3	5	8
9	--	0	1	3	5	8	10
10	--	1	3	5	8	10	14
11	0	3	5	8	10	13	17
12	1	5	7	10	13	17	21
13	2	7	9	13	17	21	26
14	4	9	12	17	21	25	31
15	6	12	15	20	25	30	36
16	8	15	19	25	29	35	42
17	11	19	23	29	34	41	48
18	14	23	27	34	40	47	55
19	18	27	32	39	46	53	62
20	21	32	37	45	52	60	69
21	25	37	42	51	58	67	77
22	30	42	48	57	65	75	86
23	35	48	54	64	73	83	94
24	40	54	61	72	81	91	104
25	45	60	68	79	89	100	113
26	51	67	75	87	98	110	124
27	57	74	83	96	107	119	134

alpha values							
n	0.001	0.005	0.01	0.025	0.05	0.10	0.20
28	64	82	91	105	116	130	145
29	71	90	100	114	126	140	157
30	78	98	109	124	137	151	169
31	86	107	118	134	147	163	181
32	94	116	128	144	159	175	194
33	102	126	138	155	170	187	207
34	111	136	148	167	182	200	221
35	120	146	159	178	195	213	235
36	130	157	171	191	208	227	250
37	140	168	182	203	221	241	265
38	150	180	194	216	235	256	281
39	161	192	207	230	249	271	297
40	172	204	220	244	264	286	313
41	183	217	233	258	279	302	330
42	195	230	247	273	294	319	348
43	207	244	261	288	310	336	365
44	220	258	276	303	327	353	384
45	233	272	291	319	343	371	402
46	246	287	307	336	361	389	422
47	260	302	322	353	378	407	441
48	274	318	339	370	396	426	462
49	289	334	355	388	415	446	482
50	304	350	373	406	434	466	503

Figura 54: Tabela-base para o *Wilcoxon Signed-Ranks Test*.