



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

Promoção do Pensamento Crítico em alunos de 4.º ano do Ensino Básico Português usando uma Escape Room sobre sustentabilidade

Nuno Miguel Ferreira de Sousa

Mestrado em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem

Orientador:

Professor Doutor Paulo Castro, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Ciências Sociais e Empresariais (Iscte-Sintra)

Setembro, 2025



SINTRA
TECNOLOGIAS DIGITAIS
ECONOMIA E SOCIEDADE

Departamento de Ciências Sociais e Empresariais

Promoção do Pensamento Crítico em alunos de 4.º ano do Ensino Básico Português usando uma Escape Room sobre sustentabilidade

Nuno Miguel Ferreira de Sousa

Mestrado em Transformação Digital no Ensino e Aprendizagem

Orientador:

Professor Doutor Paulo Castro, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Ciências Sociais e Empresariais (Iscte-Sintra)

Setembro, 2025

Agradecimento

Ao Professor Paulo Castro, manifesto o meu mais sincero agradecimento pela disponibilidade em aceitar o desafio de me orientar ao longo deste percurso de desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional. A sua orientação rigorosa, o apoio constante e as críticas construtivas foram determinantes para a concretização deste trabalho, contribuindo de forma decisiva para o seu aprofundamento e qualidade.

À Olga, expresso a minha profunda gratidão pela partilha generosa de todos os momentos e etapas que marcaram o desenvolvimento desta investigação. A sua compreensão, apoio incondicional e presença constante revelaram-se essenciais ao longo de todo este processo.

Resumo

A contemporaneidade impõe novos desafios à aprendizagem e ao ensino. São necessárias respostas pedagógicas face às mudanças cognitivas induzidas pela utilização maciça de dispositivos eletrônicos e pela diminuição dos hábitos de leitura. É necessário adotar estratégias didáticas que promovam a participação ativa dos alunos, tirando partido das mesmas tecnologias digitais. Este trabalho propõe uma Escape Room sobre sustentabilidade, integrada com Inteligência Artificial, com o objetivo de promover o Pensamento Crítico dos alunos do 4.º ano do Ensino Básico português. Pretende-se desenvolver um recurso educativo digital que fomente a cidadania e a reflexão crítica, respeitando os princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (2017).

A Escape Room "Vamos construir um futuro sustentável" foi concebida como uma experiência imersiva de escalada, apoiada por um agente conversacional. Apresenta seis desafios distribuídos por seis sessões de sessenta minutos, integradas nas aulas de Estudo do Meio e Português e abordando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

A sua estrutura fundamenta-se na Taxonomia de Benjamin Bloom (Churches, 2010) para a Era Digital e nas competências essenciais do Pensamento Crítico definidas por Peter Facione (2015). A Escape Room está disponível online onde pode ser testada, Sousa (2025). Tendo como objetivo aferir a sua eficácia pedagógica são propostos três cenários de teste, recorrendo a métricas com base no modelo dos comportamentos sociais de Bruce Tuckman (2012).

Palavras-Chave: Pedagogia digital, Escape Room, inteligência artificial, pensamento crítico, sustentabilidade, cidadania.

Abstract

The challenges faced nowadays by learning and teaching call for the development of new pedagogical strategies. Addressing the cognitive change induced by the pervasive use of electronic devices and the erosion of reading practices. It is necessary to adopt didactic strategies that foster active student engagement, by leveraging the same digital technologies. The present work proposes an AI-integrated Escape Room on sustainability, designed to promote Critical Thinking in 4th-grade Basic Education Portuguese students. The aim is to develop a digital educational resource that promotes citizenship and critical reflection, in alignment with the principles of Education for Sustainable Development and with the Portuguese Student Profile upon Leaving Compulsory Schooling (2017).

The Escape Room “Let’s Build a Sustainable Future” was conceived as an immersive climbing experience, supported by a conversational agent. It presents six challenges distributed across six sixty-minute sessions, integrated into Estudo do Meio (Environmental Studies) and Portuguese classes, addressing the Sustainable Development Goals.

Its design is grounded in Benjamin Bloom’s Taxonomy for the Digital Era (Churches, 2010) and in the core Critical Thinking skills defined by Peter Facione (2015). The Escape Room is available online, where it can be tested (Sousa, 2025). To assess its pedagogical effectiveness, three testing scenarios are proposed using metrics based on Bruce Tuckman’s (2012) model of social behaviours.

Keywords: Digital pedagogy, Escape Room, artificial intelligence, critical thinking, sustainability, citizenship.

Índice

Agradecimento	iii
Resumo	v
Abstract	vii
CAPÍTULO 1 - Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 - Pensamento Crítico, Inteligência Artificial e <i>Escape Rooms</i> na Educação	5
2.1. Conceptualização do Pensamento Crítico	5
2.2. Inteligência Artificial na Educação	7
2.3. O papel da <i>Escape Room</i> na Educação	9
CAPÍTULO 3 - Design de uma <i>Escape Room</i> com IA integrada aplicada ao tema da Sustentabilidade Ambiental	13
3.1. Educação para o Desenvolvimento Sustentável	13
3.2. A <i>Escape Room</i> “Vamos construir um futuro sustentável”	14
3.2.1. Público-alvo	16
3.2.2. Descrição da <i>Escape Room</i> “Vamos construir um futuro sustentável”	17
3.2.2.1. 1.º desafio	19
3.2.2.2. 2.º desafio	20
3.2.2.3. 3.º desafio	20
3.2.2.4. 4.º desafio	21
3.2.2.5. 5.º desafio	22
3.2.2.6. 6.º desafio	24
CAPÍTULO 4.....	27
Avaliação Pedagógica da <i>Escape Room</i> “Vamos construir um futuro sustentável”	27
4.1. Compreensão dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	28
4.2. Aplicabilidade dos ODS na Vida Real e Promoção do Pensamento Crítico	29
4.3. Eficiência dos Desafios e Mecânicas do Jogo	29
CAPÍTULO 5 - Conclusão e desenvolvimento futuro da investigação.....	31
5.1. Objetivos fundamentais deste projeto.....	31
5.2. Sugestões para futuras investigações	33
5.3. Considerações finais.....	34
Referências Bibliográficas	35
Apêndices	39

Apêndice A - Guião do aluno	40
Apêndice B - Guião do Professor	44

Índice de Tabelas e Figuras

Tabela 2.1.: Competências essenciais de Pensamento Crítico (Facione, 2015, p. 9, 10)	6
Tabela 3.1.: Taxonomia de Bloom para a Era Digital com as Competências Essenciais do Pensamento Crítico	14
Tabela 3.2.: Ações a desenvolver no 1.º desafio	19
Tabela 3.3.: Ações a desenvolver no 2.º desafio	20
Tabela 3.4.: Ações a desenvolver no 3.º desafio	21
Tabela 3.5.: Ações a desenvolver no 4.º desafio	22
Tabela 7: Ações a desenvolver no 5.º desafio	24
Tabela 8: Ações a desenvolver no 6.º desafio	25
Tabela 9: Tabela com a síntese dos desafios e as competências de Pensamento Crítico a desenvolver.	25
Figura 3.1.: Página inicial da <i>Escape Room</i>	17
Figura 3.2.: Montanha criada no Tinkercad	18
Figura 3.3.: Alpinista criado com a IA generativa do Genially	18
Figura 3.4.:Ícone Eco-Guardião criado no Landbot	19
Figura 3.5.: 1ª questão do Artigo de Posição adaptado.....	22
Figura 3.6.: 2ª questão do Artigo de Posição adaptado.....	22
Figura 3.7.: 3ª questão do Artigo de Posição adaptado	23
Figura 3.8.: 4ª questão do Artigo de Posição adaptado.....	23

CAPÍTULO 1

Introdução

Na sociedade atual deparamo-nos com constantes desafios e incerteza, nomeadamente, no que diz respeito a aspetos relacionados com o meio ambiente. Neste sentido, urge formar cidadãos, desde os primeiros anos, preparados para a constante e rápida evolução da sociedade de que fazemos parte integrante, em especial, conscientes dos impactos ambientais e da crise climática. Neste contexto, a Organização das Nações Unidas (ONU) publicou o documento "Educação para o Desenvolvimento Sustentável: Um Roteiro" (UNESCO, 2021). Este documento estabelece a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) como um elemento crucial para alcançar os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas, especialmente o ODS 4 sobre educação de qualidade. Reconhece que a educação se deve transformar para equipar indivíduos e sociedades com os conhecimentos, competências e valores necessários para abordar os desafios urgentes da sustentabilidade, como as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade. O roteiro delinea cinco áreas de ação prioritárias para a Educação – avançar políticas, transformar ambientes de aprendizagem, desenvolver capacidades de educadores, capacitar e mobilizar jovens, e acelerar ações a nível local – providenciando orientações e atividades aos Estados-Membros e parceiros. Enfatiza a importância da transformação individual e estrutural, a consideração dos avanços tecnológicos, e a parceria e colaboração entre diversas partes interessadas. Em Portugal, está preconizado no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) (Despacho n.º 6478/2017, 2017) o valor da sustentabilidade, que será o ponto de partida do presente trabalho. Acresce-se ainda o valor da curiosidade, reflexão e inovação que determina “querer aprender mais; desenvolver o pensamento reflexivo, crítico e criativo; procurar novas soluções e aplicações” (Despacho n.º 6478/2017, 2017, p. 17).

O projeto que se pretende desenvolver terá em consideração duas áreas de competência do PASEO, (i) o Pensamento Crítico e o (ii) Saber científico, técnico e tecnológico. No que concerne à primeira área de competência está definido que o aluno deverá ser capaz de “pensar de modo abrangente e em profundidade, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada” (ME/DGE, 2017, p. 24). Relativamente à segunda área de competência é de destacar que o aluno deverá ser capaz de compreender “processos e fenómenos científicos e tecnológicos, colocar questões, procurar informação e aplicar conhecimentos adquiridos na tomada de decisão informada, entre as opções possíveis.” (ME/DGE, 2017, p. 29). Finalmente, o aluno deverá também

consolidar “hábitos de planeamento das etapas do trabalho, identificando os requisitos técnicos, condicionalismos e recursos para a concretização de projetos.” (Despacho n.º 6478/2017, 2017, p. 29).

Neste contexto surge a seguinte questão que norteia este projeto: de que forma uma *Escape Room* sobre sustentabilidade, com Inteligência Artificial (IA) integrada contribui para a promoção e desenvolvimento do Pensamento Crítico? Pretende-se explorar o tema da sustentabilidade através de um *Escape Room* educativo, incorporando IA para promover o pensamento crítico sobre aquele tema. Esta iniciativa procurará respeitar as duas áreas de competência do PASEO já referidas: (i) o Pensamento Crítico, que capacita os alunos para analisarem e argumentarem de forma lógica e fundamentada e (ii) o Saber Científico, Técnico e Tecnológico, que incentiva a compreensão de fenómenos científicos e tecnológicos, bem como a tomada de decisões informadas.

O objetivo principal deste trabalho é, pois, desenvolver um recurso educativo digital que potencie a reflexão crítica dos alunos sobre o tema da sustentabilidade. Mais precisamente, projetar e implementar uma *Escape Room*, com um agente de Inteligência Artificial integrado, especificamente dirigido aos alunos quarto de escolaridade do Ensino Básico Português.

Como ponto de partida desta investigação colocaram-se três hipóteses trabalho:

1. A utilização do recurso educativo digital aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem, tornando-a mais envolvente.
2. Os alunos demonstram capacidade para usar adequadamente a Inteligência Artificial integrada no recurso educativo digital.
3. O pensamento crítico dos alunos melhora com a superação de desafios num contexto de gamificação, levando-os a analisar, argumentar e tomar decisões fundamentadas.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. No primeiro, a que corresponde o presente texto, contextualiza-se o estudo, colocando-se a questão de investigação, o objetivo principal e as respetivas hipóteses de trabalho.

No segundo capítulo, faz-se a revisão da literatura onde irão ser descritos os conceitos principais que suportam o projeto. Nomeadamente, Pensamento Crítico, Inteligência Artificial na Educação e *Escape Rooms*. Neste sentido, ter-se-á em consideração alguns autores e estudos considerados pertinentes para uma definição sintética, porém informada dos conceitos referidos.

No terceiro capítulo, apresenta-se o design do recurso educativo digital, descrevendo-se o processo da sua criação e o contexto a que se aplica. Este recurso educativo digital terá em conta as competências essenciais de Pensamento Crítico definidas por Facione (2015), descritas no capítulo 1. No terceiro capítulo, serão introduzidos os respetivos guiões de suporte que irão acompanhar o professor e o aluno na utilização do recurso.

No quarto capítulo será apresentada a descrição da avaliação do impacto da *Escape Room* proposta neste trabalho. Para esse efeito, serão estabelecidas métricas fundamentadas nos princípios de (Tuckman, 2012), que servirão de base para uma avaliação futura do impacto.

No quinto e último capítulo, serão referidas as principais conclusões do projeto, bem como, as respetivas limitações e sugestões para investigações futuras, com especial enfoque nos cenários de teste dos recursos desenvolvidos.

Este projeto pretende introduzir uma abordagem inovadora no ensino da sustentabilidade, utilizando gamificação e tecnologia para estimular o pensamento crítico dos alunos. A introdução de um *Escape Room* educativo com Inteligência Artificial integrada visa tornar a aprendizagem mais interativa, despertando o interesse dos estudantes pela resolução de problemas ambientais e promovendo um equilíbrio saudável entre os ambientes digital e natural.

A escola desempenha um papel crucial na preparação dos cidadãos para os desafios do futuro. Assim, ao incorporar metodologias pedagógicas inovadoras, como o *Escape Room*, permite-se que os alunos se tornem mais autónomos, críticos e criativos. Através do pensamento lógico e da análise aprofundada, os estudantes não apenas aprendem sobre sustentabilidade, mas também desenvolvem competências fundamentais para a vida, essenciais num mundo em constante evolução.

O projeto oferece ainda novas perspetivas sobre a interação entre o meio digital e o meio físico, evidenciando como a tecnologia pode ser um aliado na educação. Por meio de uma abordagem interdisciplinar, que combina ciência, tecnologia e pensamento crítico, espera-se que os alunos adquiram não só conhecimento, mas também uma visão reflexiva e ativa perante os desafios ambientais.

Em suma, procura-se promover uma ligação entre a educação, a sustentabilidade e a tecnologia, contribuindo-se para tornar o ensino mais dinâmico e relevante para as novas gerações. A integração da Inteligência Artificial no contexto educativo, para além de facilitar o acesso ao conhecimento, estimula a inovação e a criatividade, preparando os alunos para enfrentar um futuro que exige cada vez mais pensamento crítico, resiliência e capacidade de adaptação.

Pensamento Crítico, Inteligência Artificial e *Escape Rooms* na Educação

2.1. Conceptualização do Pensamento Crítico

No estudo realizado por Sousa (2022) salienta-se que o Pensamento Crítico (PC) é essencialmente um processo reflexivo e disciplinado, focado na análise, avaliação e melhoria do pensamento, permitindo a tomada de decisões fundamentadas. Ennis (1985), um dos primeiros autores a explorar este conceito, descreve-o como a capacidade de decidir racionalmente no que acreditar ou no que fazer, incluindo atividades criativas como a formulação de hipóteses e a planificação de ações. Já Paul (2005) enfatiza o PC como a arte de pensar sobre o pensamento, estruturado em três fases: análise, avaliação e melhoria, tendo como objetivo de fortalecer a qualidade do raciocínio.

Na mesma investigação, Sousa (2022) refere ainda no mesmo trabalho que, na perspetiva psicológica, Saiz (2018) destaca a importância da temporalidade nas decisões humanas, apontando o impacto do PC na eficácia das mudanças e no bem-estar. O pensamento crítico requer a mobilização de componentes cognitivos, como discutir, decidir e explicar. Halpern e Dunn (2021) reforçam esta ideia, definindo o PC como um conjunto de capacidades utilizadas para aumentar a probabilidade de alcançar resultados desejáveis, especialmente na resolução de problemas e na tomada de decisões.

Piaget associa o PC ao desenvolvimento das operações formais, em crianças por volta dos 11-12 anos, permitindo a formulação de hipóteses e raciocínios mais complexos. Na área da educação, Tenreiro-Vieira e Vieira (2021) abordam o PC no ensino das ciências, baseando-se na conceção de Ennis (1985). Estes investigadores destacam quatro dimensões fundamentais do pensamento crítico, essenciais para a tomada de decisões racionais, articulando capacidades, disposições, critérios e conhecimento. Nomeadamente, a dimensão dos conhecimentos (grandes ideias e explicações científicas); das normas e critérios (rigor, precisão); a dimensão da disposição e atitudes (abertura de espírito, imparcialidade) e a das capacidades e processos (análise e avaliação da informação, evidência e argumentos).

Ainda na área da educação, o modelo PIGES, proposto por Vieira (2018), estabelece cinco atributos fundamentais para a promoção do pensamento crítico (PC) desde a infância: i) iniciar o PC, o mais cedo possível; ii) intencionalmente, adotando uma conceitualização; iii) gradualmente e de acordo com o potencial dos alunos; iv) explicitamente, identificando as dimensões do pensamento crítico e v) sistematicamente ao longo da escolaridade. Para garantir um desenvolvimento eficaz, o PC deve ser

incentivado desde cedo, preferencialmente na educação pré-escolar ou nos primeiros anos de escolaridade. Além disso, a sua implementação deve ser intencional, seguindo uma estrutura conceptual definida.

O desenvolvimento do PC deve ocorrer de forma gradual, adaptando-se ao potencial e ao contexto dos aprendentes. Também é essencial que seja promovido explicitamente, identificando claramente as dimensões a trabalhar. Por fim, o processo deve ser sistemático, estendendo-se ao longo da escolaridade e integrando-se em diferentes contextos educativos ao longo da vida, garantindo uma formação contínua e articulada.

Assim, o pensamento crítico é um processo contínuo e interdisciplinar, fundamental para a resolução de problemas e para a construção do conhecimento, permitindo aos indivíduos avaliar informações, questionar pressupostos e tomar decisões informadas em diferentes contextos. Neste contexto deve-se ter em consideração as competências essenciais de PC definidas por Facione (2015), assumidos neste trabalho e apresentados na tabela seguinte:

Tabela 2.1.: Competências essenciais de Pensamento Crítico (Facione, 2015, p. 9, 10)

Competências essenciais de Pensamento Crítico		
Competência	Descrição consensual dos peritos	Competências específicas
Interpretação	“Compreender e exprimir o sentido ou o significado de uma grande variedade de experiências, situações, dados, acontecimentos, juízos, convenções, crenças, regras, procedimentos ou critérios”	Categorizar Descodificar o significado Clarificar o significado
Análise	“Identificar as relações inferenciais pretendidas e efetivas entre afirmações, perguntas, conceitos, descrições ou outras formas de representação destinadas a exprimir crenças, juízos, experiências, razões, informações ou opiniões”	Examinar ideias Identificar argumentos Identificar razões e afirmações
Inferência	“Identificar e recolher os elementos necessários para tirar conclusões razoáveis; formar conjeturas e hipóteses; ter em conta as informações pertinentes e reduzir as consequências decorrentes de dados, afirmações, princípios, provas, juízos, crenças, opiniões, conceitos, descrições, perguntas ou outras formas de representação”	Consultar provas Conjeturar alternativas Tirar conclusões logicamente válidas ou justificadas

Avaliação	“Para avaliar a credibilidade de declarações ou outras representações que sejam relatos ou descrições da percepção, experiência, situação, julgamento, crença ou opinião de uma pessoa e para avaliar a força lógica das relações inferenciais ou pretendidas entre afirmações, descrições, perguntas ou outras formas de representação”	Avaliar a credibilidade das afirmações Avaliar a qualidade dos argumentos que foram feitos usando o raciocínio indutivo ou dedutivo
Explicação	“Enunciar e justificar esse raciocínio em termos de evidências, conceptuais, metodológicas, critério, lógicas e contextuais em que se basearam os seus resultados; e apresentar o seu raciocínio sob a forma de argumentos convincentes”	Indicar os resultados Justificar procedimentos Apresentar argumentos
Autorregulação	“Controlar conscientemente as atividades cognitivas, os elementos utilizados nessas atividades e os resultados obtidos, nomeadamente através da aplicação das competências de análise e avaliação dos seus próprios juízos inferenciais, com o objetivo de questionar, confirmar, validar ou corrigir o raciocínio ou os resultados”	Auto-monitorização Auto-correção

2.2. Inteligência Artificial na Educação

A Inteligência Artificial (IA) é caracterizada por Kissinger et al. (2024) como um sistema que aprendeu a ganhar partidas de xadrez selecionando jogadas que os grandes mestres do xadrez nunca tinham ponderado. Uma inteligência que descobriu um antibiótico ao analisar propriedades moleculares que os cientistas não anteviram. Estes autores também referem que “tal como existe hoje uma linha que divide os «nativos digitais» e as pessoas de gerações anteriores, também surgirá uma linha a dividir os «nativos de IA» e os que os precederam.”(Kissinger et al., 2024, p. 191). O estudo de Vergara et al. (2024) examina o impacto da Inteligência Artificial (IA) na educação, dando ênfase à sua integração nos sistemas de gestão da aprendizagem (Learning Management System - LMS). A pesquisa destaca que a IA tem o potencial de transformar a aprendizagem ao proporcionar experiências personalizadas e adaptativas, alinhadas com a teoria da aprendizagem auto-regulada (Self-Regulated Learning - SRL) e com a teoria de Vygotsky (2011), promovendo feedback individualizado, motivação e aprendizagem ativa. Além disso, a IA pode contribuir para a igualdade de acesso à educação, viabilizando a produção e distribuição de recursos educativos abertos.

Ainda de acordo com Vergara et al. (2024), com o avanço dos modelos de aprendizagem automática e profunda, torna-se essencial investigar a aplicação da IA em ambientes presenciais, virtuais e imersivos, além de explorar a análise da aprendizagem e a extração de dados educativos, que podem tornar os processos de ensino mais eficazes. Apesar do progresso tecnológico, Vergara ressalta ainda a necessidade de pesquisas mais detalhadas sobre implementações práticas, aspetos técnicos e questões éticas, incluindo a forma como a IA pode influenciar a interação entre alunos e professores. Outro ponto crucial abordado é o impacto da IA generativa, que abre novas possibilidades à personalização do ensino e a criação de experiências educacionais inovadoras. À medida que a IA se torna mais presente na sala de aula, é fundamental compreender como as tecnologias podem ser adaptadas às características individuais dos estudantes, de forma a otimizar a aprendizagem.

Num estudo realizado por Hamzaoui et al. (2024) é analisada a aplicação da IA na criação automatizada de avaliações para aprendizagem online, destacando-se a necessidade de perguntas geradas automaticamente para proporcionar experiências de ensino personalizadas e eficientes. A investigação examina abordagens anteriores que utilizam processamento de linguagem natural (PNL) para desenvolver perguntas educativas, dando particular atenção ao modelo híbrido de ensino à distância implementado pela Universidade Sultan Moulay Slimane durante a pandemia da COVID-19. Um dos principais contributos do estudo é a metodologia inovadora proposta para gerar perguntas automaticamente a partir de transcrições de vídeo, utilizando técnicas de reconhecimento de fala, sumarização e geração de texto. A análise quantitativa demonstrou que os modelos de aprendizagem profunda podem produzir perguntas com qualidade equivalente às formuladas por humanos, considerando critérios como precisão, diversidade e relevância. A própria equipa de investigação liderada por Hamzaoui realiza essa análise quantitativa. Eles comparam os outputs dos modelos com os padrões humanos para verificar se a IA consegue atingir níveis equivalentes de qualidade. Os resultados que Hamzaoui apresenta foram integrados numa aplicação Web, permitindo que os instrutores revistam, filtrem e ajustem as perguntas geradas. Embora o foco principal seja em perguntas de escolha múltipla derivadas de conteúdos audiovisuais, a arquitetura modular do sistema proposto sugere potencial expansão para outras áreas da avaliação educativa. Por fim, o estudo destaca que, ao combinar IA com expertise humana, é possível continuar a aperfeiçoar a educação inclusiva e envolvente na era pós-pandémica, promovendo métodos mais eficazes de avaliação digital para diversos contextos de ensino.

No Ensino Básico e Secundário, Tsivitanidou e Ioannou (2020) analisam o impacto da Ciência para a Cidadania (CC) no ensino de ciências no ensino básico e secundário, explorando o papel das tecnologias digitais na facilitação de projetos científicos com alunos. A pesquisa identifica resultados de aprendizagem positivos, sugerindo que a CC pode estimular o pensamento crítico, a colaboração e a motivação dos estudantes.

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) desempenham um papel crucial ao permitir novas formas de investigação, comunicação e interação entre alunos e cientistas. As ferramentas digitais proporcionam acesso a grandes conjuntos de dados, permitindo que os estudantes contribuam para pesquisas reais, aumentando seu envolvimento e compreensão científica.

Apesar dos benefícios evidenciados, o mesmo estudo (Tsivitanidou e Ioannou, 2020) aponta que a pesquisa sobre a interseção entre Ciência para a Cidadania, ensino das ciências e tecnologia no ensino básico e secundário ainda é incipiente, exigindo maior investigação para consolidar os impactos educativos. Embora a revisão feita por Tsivitanidou e Ioannou de quinze artigos científicos (Ballard, Dixon and Harris (2017); Buchanan, Pressick-Kilborn and Maher (2018); Chen and Cowie (2013); Condon and Wichowsky (2018); Cornali, Pomatto and Agnella (2017); Gaydos and Squire (2012); Herodotou et al. (2018); Kelemen-Finan, Scheuch and Winter (2018); Koomen et al. (2018); Merlino et al. (2015); Musavi et al. (2018); Peters-Burton (2015); Silva et al. (2016); Wallace and Bodzin (2017); Zárbynická, Sklenicka and Tryjanowski (2017)) identifique resultados encorajadores, há ainda a necessidade de fundamentação estatística mais robusta e aprofundamento metodológico.

Em síntese, o estudo de Tsivitanidou e Ioannou sugere que a Ciência para a Cidadania pode ser uma estratégia eficaz para o ensino de ciências no ensino básico e secundário, com o potencial de tornar a aprendizagem mais dinâmica e participativa, recorrendo a tecnologias digitais e, sobretudo, à Inteligência Artificial. No entanto, ressalta-se que esta é uma ainda uma área emergente, com grande margem para desenvolvimento futuro.

2.3. O papel da *Escape Room* na Educação

Nos últimos anos, as *Escape Rooms* educativos têm surgido como uma metodologia de ensino inovadora e promissora, captando o interesse de educadores e instituições devido à sua capacidade de fomentar o desenvolvimento de competências valiosas, consideradas cruciais para o mercado de trabalho (Reuter et al., 2020). Estes jogos, nos quais os participantes, organizados em grupos, são desafiados a resolver uma série de pistas e enigmas dentro de um limite de tempo para que possam "escapar da sala", oferecem um ambiente de aprendizagem criativo e envolvente que pode ser adaptado a qualquer nível educacional e área de conhecimento (Reuter et al., 2020). Apesar da investigação sobre o design de *Escape Rooms* educativos ainda se encontrar numa fase inicial, o corpo de literatura sobre o tema está a crescer rapidamente (Reuter et al., 2020).

A capacidade das *Escape Rooms* educativos de promover a aprendizagem ativa é uma das suas principais virtudes na educação. Vários autores relatam que a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos participam ativamente, praticam e discutem o conteúdo das aprendizagens (Reuter et al., 2020). Os *Escape Rooms* são planeados e concebidos especificamente para cada conteúdo, de acordo

com as necessidades e objetivos de aprendizagem, desenvolvendo extensivamente estas práticas ativas (Reuter et al., 2020).

Ao contrário dos métodos de ensino tradicionais, as *Escape Rooms* transformam o processo de aprendizagem numa experiência divertida e interativa, captando a atenção dos alunos e mantendo-os focados em tarefas educativas (Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023). Esta imersão no jogo e o envolvimento ativo nos desafios estimulam a curiosidade e a criatividade dos alunos, nutrindo um amor pela aprendizagem que pode perdurar para além da sala de aula (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024).

Além disso, as *Escape Rooms* desempenham um papel crucial no desenvolvimento de competências transversais, essenciais para o sucesso pessoal e profissional (Reuter et al., 2020). A natureza intrinsecamente colaborativa desta atividade exige que os participantes trabalhem em equipa, comuniquem eficazmente e deleguem tarefas, de acordo com as habilidades de cada um, para resolver os desafios e alcançar a solução final (Mesquita et al., 2024; Reuter et al., 2020; Stohlmann, 2023). A pressão do tempo e o número de enigmas a resolver incentivam a colaboração e o trabalho em equipa, tornando os *Escape Rooms* excelentes ferramentas para o desenvolvimento destas competências (Reuter et al., 2020). Ao enfrentarem desafios e tomarem decisões dentro do contexto do jogo, os alunos podem desenvolver e praticar uma vasta gama de competências, incluindo pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação, trabalho em equipa e liderança (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023).

Outro papel significativo das *Escape Rooms* educativos reside na sua capacidade de aumentar a motivação e o envolvimento dos alunos (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023). Ao transformar a aprendizagem numa experiência imersiva e agradável, as *Escape Rooms* conseguem captar a atenção dos alunos de uma forma que os métodos tradicionais muitas vezes não conseguem (Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023). Esta característica é particularmente relevante em contextos educacionais onde a desmotivação e a falta de interesse são desafios comuns (Mesquita et al., 2024). A sensação de progresso e o feedback imediato fornecido durante o jogo ajudam a manter os jogadores envolvidos e motivados (Mesquita et al., 2024). A superação de desafios e a sensação de conquista ao resolver os enigmas também contribuem para uma experiência de aprendizagem mais satisfatória e memorável (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024).

Além do desenvolvimento de competências e do aumento da motivação, as *Escape Rooms* podem ser integradas de forma eficaz com conteúdos curriculares específicos, promovendo a sua compreensão e aplicação prática (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023). A narrativa do jogo pode ser alinhada com os objetivos de aprendizagem e o conteúdo a ser ensinado, proporcionando um contexto envolvente para a resolução de enigmas relacionados com essa matéria (Mesquita et al., 2024).

Apesar dos inúmeros benefícios, é importante reconhecer que o design e desenvolvimento de *Escape Rooms* educativas podem ser um desafio para muitos educadores, sendo muitas vezes um processo longo e demorado (Reuter et al., 2020). A criação de narrativas envolventes, o desenvolvimento de enigmas adequados à idade e ao nível de conhecimento dos participantes, e a garantia de que os desafios estão alinhados com os objetivos de aprendizagem são aspetos cruciais para o sucesso da atividade (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024).

Em suma, o papel das *Escape Rooms* na educação é multifacetado e impactante. Utilizadas de forma pedagógica, proporcionam uma aprendizagem ativa e experiencial, desenvolvem competências transversais essenciais, aumentam a motivação e o envolvimento dos alunos e facilitam a assimilação e aplicação de conteúdos curriculares (Reuter et al., 2020; Mesquita et al., 2024; Stohlmann, 2023). Integrando elementos lúdicos com objetivos educacionais claros, as *Escape Rooms* oferecem uma abordagem pedagógica inovadora com potencial para transformar a experiência de aprendizagem de alunos de todas as idades e áreas de conhecimento.

CAPÍTULO 3

Design de uma *Escape Room* com IA integrada aplicada ao tema da Sustentabilidade Ambiental

O desenvolvimento do pensamento crítico é um dos pilares fundamentais da educação contemporânea, permitindo aos indivíduos analisar informações, formular argumentos e tomar decisões informadas. Neste contexto, a utilização de ambientes imersivos, como as *Escape Rooms*, recorre à gamificação significativa por meio da aplicação de elementos lúdicos, com o objetivo de promover conexões pessoais que favoreçam o envolvimento sustentável dos alunos com o contexto de aprendizagem. A abordagem significativa visa um impacto duradouro na aprendizagem e na mudança comportamental. (Nicholson, 2015). Integrando-se a Inteligência Artificial (IA) nesses ambientes, ampliam-se as possibilidades de interação e personalização da experiência, promovendo um envolvimento mais profundo dos alunos com questões complexas, como a Sustentabilidade Ambiental.

3.1. Educação para o Desenvolvimento Sustentável

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) é uma resposta essencial aos desafios ambientais, sociais e económicos atuais, promovendo mudanças profundas nos modos de vida e participação cívica (UNESCO, 2021). No contexto internacional, a Agenda 2030 das Nações Unidas estabelece 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reconhecendo a EDS como um dos seus pontos centrais, fomentando conhecimentos, competências e valores para promover sociedades mais justas e inclusivas (Nações Unidas, 2018).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4, dedicado à educação de qualidade, destaca a importância de garantir que todos adquiram competências para a promoção do desenvolvimento sustentável, direitos humanos e cidadania global (UNESCO, 2020; Nações Unidas, 2015). A EDS evoluiu ao longo de iniciativas como a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2005) e o Programa de Ação Global¹, promovendo uma abordagem holística e transformadora nos sistemas educativos (UNESCO, 2021).

A aprendizagem na EDS estrutura-se em três dimensões: cognitiva (compreensão crítica dos desafios), socioemocional (valores e responsabilidade social) e comportamental (ação individual e

¹ <https://unric.org/pt/pacto-para-o-futuro-o-que-significa/>

coletiva para a sustentabilidade) (UNESCO, 2021). O impacto da EDS é maximizado quando integrada em políticas públicas, currículos e práticas educativas, com destaque para o envolvimento da juventude e das comunidades locais (UNESCO, 2021).

Apesar dos progressos, persistem desafios como a integração intersetorial, adaptação às realidades locais e resposta às rápidas mudanças tecnológicas, sendo essencial promover a inclusão social e a dignidade humana (UNESCO, 2021). Assim, a EDS é considerada um pilar estratégico para sociedades resilientes e responsáveis, dependendo do compromisso coletivo para uma aprendizagem orientada para a ação (Nações Unidas, 2018; UNESCO, 2021).

3.2. A *Escape Room* “Vamos construir um futuro sustentável”

A crescente necessidade de sensibilização para a sustentabilidade e para os desafios ambientais exige abordagens inovadoras capazes de envolver o público e fomentar uma mudança de mentalidade. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela ONU, representam um quadro fundamental para orientar ações e políticas voltadas para a preservação do meio ambiente e a promoção de práticas sustentáveis.

Neste contexto, a *Escape Room* intitulada "Vamos Construir um Futuro Sustentável" surge como uma estratégia educativa que alia o entretenimento à reflexão sobre questões ambientais. A concepção e implementação desta experiência imersiva foi feita de acordo com um planeamento detalhado, procurando garantir a integração eficaz dos princípios de sustentabilidade e a aprendizagem dos ODS através da resolução de desafios práticos e interativos.

A concepção da *Escape Room* teve em conta o impacto da inteligência artificial generativa no pensamento crítico, tal como é descrito por (Gonçalves, 2024), que propõe uma revisão e extensão da Taxonomia de Bloom adaptada à Era Digital. Adicionalmente, o planeamento e a estrutura da atividade foram sustentados pelo enquadramento das competências essenciais de pensamento crítico definidas por Facione (2015).

Construiu-se a tabela 3.1., seguindo a Taxonomia de Bloom para a Era Digital com as Competências Essenciais do Pensamento Crítico, ilustrando de forma sistemática o planeamento e concepção referidos.

Tabela 3.1.: Taxonomia de Bloom para a Era Digital com as Competências Essenciais do Pensamento Crítico

Nível da Taxonomia	Competência de Pensamento Crítico	Ações e Processos Relacionados	Referências	Contribuições dos Autores
--------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-------------	---------------------------

Lembrar	Interpretação	Localizar, pesquisar, categorizar, reconhecer, clarificar o significado, identificar vieses	(Churches, 2010)	Introduziu a Taxonomia Digital de Bloom, enfatizando habilidades como pesquisar e marcar informações online
Compreender	Análise	Expandir, interpretar, examinar ideias, estruturar, identificar argumentos	(Ng et al., 2021)	Adaptou a taxonomia para a literacia em IA, abordando a identificação de vieses algorítmicos
Aplicar	Inferência	Implementar, questionar, reorganizar, consultar provas, formar conjecturas	(Ng et al., 2021)	Enfaticou a aplicação da IA em diferentes contextos e a investigação sobre seu impacto
Analisar	Avaliação	Comparar, validar, abstrair, avaliar credibilidade, testar a qualidade de argumentos	(Yusuf et al., 2024)	Desenvolveu uma estrutura para melhorar o pensamento crítico na avaliação de textos gerados por IA
Avaliar	Explicação	Justificar, sintetizar, apresentar argumentos, justificar procedimentos	(Yusuf et al., 2024)	Propôs técnicas de síntese para criar compreensão coesa a partir de conteúdos gerados por IA
Criar	Autorregulação	Desenvolver, adaptar, monitorizar,	(Yusuf et al., 2024)	Destacou o papel da autorregulação na moderação e

		corrigir, colaborar, confrontar, negociar		colaboração no uso da IA
--	--	--	--	-----------------------------

Como a *Escape Room* é um recurso multimédia, é aqui imprescindível abordar a aprendizagem multimédia que pode desempenhar um papel fundamental na construção de um futuro sustentável, potenciando a compreensão e retenção de informação sobre desafios ambientais e sociais.

Segundo Mayer (2009), o design eficaz de conteúdos multimédia deve seguir princípios pedagógicos que facilitem o processamento cognitivo dos alunos. Entre os princípios abordados, destaca-se o *Princípio da Multimédia*, que defende que a combinação de palavras e imagens melhora a aprendizagem em comparação com a utilização isolada de texto. Este princípio pode ser aplicado numa *Escape Room*, integrando materiais visuais que reforcem conceitos de sustentabilidade.

Outro princípio relevante é o *Princípio da Personalização, Voz e Imagem*, segundo o qual a utilização de uma abordagem mais conversacional e humana pode aumentar o envolvimento dos alunos. A personalização dos desafios da *Escape Room*, através de narrativas interativas sobre problemas ambientais reais, pode contribuir para uma aprendizagem mais significativa e prática.

Ainda segundo Mayer (2009), a otimização do ensino multimédia requer a aplicação de estratégias como a segmentação da informação em unidades de conhecimento acessíveis e a supressão de elementos supérfluos que possam comprometer a concentração dos alunos. Estas abordagens metodológicas podem ser integradas no design da *Escape Room*, assegurando que os desafios sejam apresentados de forma estruturada, facilitando a compreensão e a resolução eficaz das tarefas propostas.

A adaptação dos princípios do ensino multimédia à *Escape Room* aqui apresentada, "Vamos construir um futuro sustentável", pode tornar a experiência mais envolvente e eficaz, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos de sustentabilidade. A integração de elementos multimédia bem concebidos pode reforçar a mensagem educativa e incentivar a ação consciente dos participantes na construção de um futuro mais sustentável.

É importante destacar que, simultaneamente, a atividade é acompanhada pelos respetivos guiões do aluno e do professor, os quais se encontram anexados neste trabalho.

No que se segue será feita uma descrição pormenorizada da *Escape Room*.

3.2.1. Público-alvo

A *Escape Room* destina-se a alunos de quarto ano de escolaridade do Ensino Básico português, com idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos.

A *Escape Room* apresenta seis desafios aos estudantes, decorrendo em sala de aula ao longo de seis sessões de cerca de sessenta minutos, uma por desafio. Estas sessões serão inseridas nas aulas de Estudo do Meio e desenvolvidas em articulação interdisciplinar com a disciplina de Português.

No final de cada sessão, proceder-se-á à apresentação e discussão com os alunos, em contexto de turma, dos resultados obtidos e dos trabalhos realizados. Esta prática visa aferir o grau de envolvimento dos estudantes nas diversas tarefas propostas, bem como fomentar o desenvolvimento das competências de Pensamento Crítico inerentes a cada desafio.

3.2.2. Descrição da *Escape Room* “Vamos construir um futuro sustentável”

A *Escape Room* foi criada no Genially² e encontra-se disponível em Sousa, N. (2025). *Escape Room_PC* [Recurso interativo]. Genially. <https://view.genially.com/67e29a5fb1fb58a62b43fc44>



Figura 3.1.: Página inicial da *Escape Room*

Foi idealizada como uma experiência imersiva de escalada, na qual o participante assume o papel de um alpinista que deve superar seis desafios sucessivos. A estrutura montanhosa foi concebida usando a plataforma *TinkerCad*³ e posteriormente exportada para o ambiente interativo do *Genially*.

² <https://genially.com>

³ <https://www.tinkercad.com>

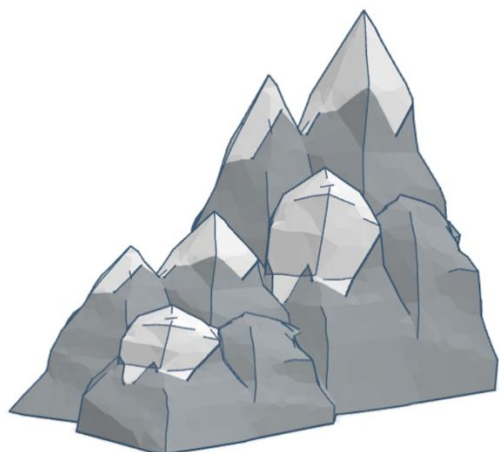


Figura 3.2.: Montanha criada no Tinkercad

Paralelamente, a figura do alpinista que introduz o desafio e que vai progredindo na escalada, à medida que os desafios são concluídos, foi gerada com recurso ao modelo de inteligência artificial generativa disponível no *Genially*.

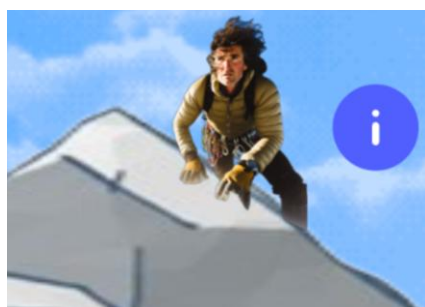


Figura 3.3.: Alpinista criado com a IA generativa do Genially

Ao longo de todos os desafios, o aluno terá à sua disposição o Eco-Guardião para o auxiliar sempre que necessário. O Eco-Guardião foi concebido com o *Landbot*⁴ e é um agente interativo que apresenta três opções: (1) Pesquisa de informação sobre o tema; (2) Criação de imagens e (3) uso do ChatGPT. Na pesquisa de informação sobre o tema é sugerido o motor de busca *Google*⁵. Para a criação de imagens é sugerida a ferramenta de Inteligência Artificial generativa *Microsoft Designer*⁶. Para a possibilidade de criação de texto, o *ChatGPT*⁷ é o agente de Inteligência Artificial, usando linguagem natural sugerido.

⁴ <https://app.landbot.io>

⁵ <https://www.google.com>

⁶ <https://designer.microsoft.com>

⁷ <https://chatgpt.com>



Figura 3.4.:Ícone do Eco-Guardião criado no Landbot

Importa salientar que, ao longo da experiência, o Eco-Guardião recorda os alunos dos perigos do pensamento acrítico, recorrendo à frase: “Não te esqueças de validar a informação com outras fontes”, uma orientação diretamente relacionada com a competência essencial de Avaliação no âmbito do Pensamento Crítico.

3.2.2.1. 1.º desafio

O primeiro desafio, proposto na primeira sessão de sessenta minutos, consiste na visualização de três vídeos sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Os vídeos foram editados e transformados em vídeos interativos com o H5P⁸. O primeiro vídeo “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” das Nações Unidas⁹ contém quatro questões para o aluno responder. O segundo vídeo “A Maior Lição do Mundo – parte I” da Unicef¹⁰ contém duas questões. O terceiro vídeo “A Maior Lição do Mundo – parte II” da Unicef¹¹ contém duas questões.

Na conclusão do primeiro desafio, o aluno será solicitado a responder a três questões abertas: "O que já sabia?", "O que descobriu?" e "O que considera mais relevante?". Estas questões visam promover o desenvolvimento da competência de interpretação associada ao Pensamento Crítico.

Independentemente das respostas, o aluno passa sempre o desafio, sendo não obstante sempre convidado a explicar o seu raciocínio e as razões que fundamentam as suas respostas, estimulando a reflexão crítica e a capacidade de justificar as suas ideias de forma coerente.

Na tabela seguinte estão colocadas as ações a desenvolver e respetivos objetivos pretendidos no decurso do 1º desafio.

Tabela 3.2.: Ações a desenvolver no 1.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
✓ Exploração do guião do aluno		5 min
✓ Visualização dos vídeos	Interpretação	20 min
✓ Respostas às questões	Interpretação	15 min
✓ Apresentação das respostas das questões à turma	Avaliação	15 min

⁸ <https://lumi.education/>

⁹ <https://youtu.be/Z52uuaTYXz4> (não editado pelo H5P)

¹⁰ <https://youtu.be/Bs-N6SSX18M> (não editado pelo H5P)

¹¹ <https://youtu.be/YbZppsw5pju> (não editado pelo H5P)

3.2.2.2. 2.º desafio

No segundo desafio (2ª sessão) o aluno terá de pesquisar informação específica sobre cada um dos cinco Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) específicos nos quais Portugal decidiu investir. Para cada ODS terá de usar a opção do Eco-Guardião “Pesquisa de informação sobre o tema” na *homepage* das Nações Unidas (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ONU Portugal¹²) que é providenciada.

Ao longo deste desafio, o aluno terá a oportunidade de aprimorar as competências de interpretação e avaliação inerentes ao Pensamento Crítico. A capacidade de interpretação será desenvolvida no momento da pesquisa de informação, permitindo a clarificação do significado do ODS em questão. Por sua vez, a competência de avaliação será consolidada através da utilização da ferramenta de "Pesquisa de informação sobre o tema", na qual o aluno deverá analisar criticamente a credibilidade das fontes consultadas e a qualidade dos dados obtidos. A tabela de ações e objetivos pretendidos é a seguinte:

Tabela 3.3.: Ações a desenvolver no 2.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
✓ Exploração do funcionamento do Eco-Guardião. ✓ Explicação de como procurar informações no Google de forma organizada.		5 min
✓ Pesquisa de informação sobre ODS com a ajuda da função pesquisa de informação sobre o tema do Eco-Guardião.	Interpretação Avaliação	40 min
✓ Apresentação das respostas das questões à turma.	Avaliação	15 min

3.2.2.3. 3.º desafio

No terceiro desafio (3ª sessão) o aluno será convidado a responder a um conjunto estruturado de questões, organizadas sob a forma de um questionário ("Quiz") dedicado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As questões apresentadas seguem um formato de escolha múltipla, incluindo elementos visuais, e integram também itens de resposta dicotómica, na modalidade de verdadeiro ou falso.

Neste desafio, o aluno terá a oportunidade de aprofundar as competências de análise, inferência e autorregulação, fundamentais para o desenvolvimento do Pensamento Crítico. A competência de

¹² <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>

análise será exercitada através da interpretação e exame das ideias apresentadas, permitindo uma compreensão mais estruturada e fundamentada. A inferência será aplicada na implementação do conhecimento previamente adquirido ao longo dos desafios anteriores, promovendo a articulação entre conceitos. Por fim, a autorregulação será desenvolvida na monitorização ativa do próprio conhecimento, possibilitando a reflexão crítica sobre o processo de aprendizagem, conforme se mostra na tabela 3.4.

Tabela 3.4.: Ações a desenvolver no 3.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
✓ Apresentação do Quiz		5 min
✓ Quiz sobre os ODS	Análise Inferência Autorregulação	20 min
✓ Discussão dos resultados obtidos em contexto de turma.	Avaliação	20 min

3.2.2.4. 4.º desafio

No quarto desafio (4ª sessão), o aluno será orientado na conceção do seu "Brasão de Arma Pessoal", atividade que, à luz dos princípios delineados por Tenreiro-Vieira e Vieira (2021), visa promover a clarificação de valores no contexto das dinâmicas de aprendizagem que exigem a sua elaboração. Para otimizar a experiência e ampliar as possibilidades de expressão visual, esta atividade foi adaptada para a plataforma *Padlet*¹³, permitindo a integração de imagens. As representações gráficas associadas serão geradas através da ferramenta de inteligência artificial "*Microsoft Designer*"¹⁴, disponibilizada pelo Eco-Guardião, possibilitando uma abordagem criativa e personalizada à construção simbólica dos valores individuais.

A atividade "Brasão de Armas Pessoal" constitui uma oportunidade para o aluno desenvolver diversas competências essenciais ao Pensamento Crítico, incluindo a clarificação de valores, a análise, a inferência, a autonomia e autorregulação, bem como a criatividade e argumentação. Através da conceção do brasão, o aluno é incentivado a refletir sobre os seus valores fundamentais, organizando-os simbolicamente e selecionando elementos visuais que melhor os representam. Este processo envolve uma análise crítica das ideias, permitindo uma compreensão estruturada dos conceitos subjacentes. Simultaneamente, a inferência desempenha um papel central, uma vez que o aluno aplica

¹³ <https://padlet.com>

¹⁴ <https://designer.microsoft.com>

o conhecimento adquirido em desafios anteriores, articulando princípios do Pensamento Crítico com a construção da sua identidade pessoal. Além disso, a criação do brasão estimula a autonomia e autorregulação, exigindo decisões independentes e uma monitorização ativa do próprio conhecimento. A atividade promove ainda a criatividade e a argumentação fundamentada, ao requerer que o aluno justifique simbolicamente as suas escolhas, garantindo coerência na representação dos seus valores. Assim, esta abordagem não só favorece a aprendizagem ativa e significativa, como também proporciona um espaço de reflexão e expressão pessoal.

Tabela 3.5.: Ações a desenvolver no 4.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação do desafio ✓ Explicação de como funciona o Microsoft Designer inserido no Eco-Guardião 		20 min
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Construção do Brasão de Armas Pessoal no Padlet com o auxílio do Microsoft Designer. 	Análise Inferência Autorregulação	40 min

3.2.2.5. 5.º desafio

No quinto desafio (5ª sessão), os alunos serão convidados a elaborar uma versão, adaptada à idade dos estudantes, de um Artigo de Posição. Um artigo de posição é um texto académico que visa apresentar e sustentar uma determinada perspetiva sobre um tema controverso ou relevante, com base em argumentos fundamentados, evidência científica e reflexão crítica. Este tipo de artigo não se limita à exposição neutra de factos, mas assume uma postura clara, procurando convencer o leitor da validade da posição defendida. A estrutura proposta para o Artigo de Posição adaptada à capacidade de elaboração dos estudantes é a seguinte:

Figura 3.5.: 1ª questão do Artigo de Posição adaptado

Figura 3.6.: 2ª questão do Artigo de Posição adaptado

Figura 3.7: 3ª questão do Artigo de Posição adaptado

Figura 3.8.: 4ª questão do Artigo de Posição adaptado

Segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2021), no contexto da promoção do pensamento crítico na educação, o artigo de posição é uma ferramenta pedagógica que estimula:

- ✓ A formulação de juízos fundamentados, através da análise de diferentes pontos de vista;
- ✓ O desenvolvimento de capacidades argumentativas, como a construção de raciocínios coerentes e o uso de critérios de qualidade na avaliação de ideias;
- ✓ A mobilização de disposições críticas, como a abertura à revisão de opiniões e o compromisso com a clareza e a precisão.

Em trabalhos como Pensamento Crítico e Criativo para uma Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2022), os autores destacam que atividades como a escrita de artigos de posição contribuem para uma educação orientada para a cidadania ativa e responsável, ao envolver os alunos em processos de tomada de posição fundamentada sobre questões com implicações sociais, científicas e éticas.

Assim, um artigo de posição, quando usado em contexto educativo, não é apenas um exercício de escrita, mas uma prática que articula conhecimento, reflexão e argumentação, promovendo o desenvolvimento integral do pensamento crítico.

Esta atividade que, segundo Tenreiro-Vieira e Vieira (2021), visa criar oportunidades para mobilização de saberes e tomada de posição face a questões sociocientíficas. De acordo com estes autores, a atividade estrutura-se em quatro etapas fundamentais: (1) explicitação da questão ou tese defendida; (2) apresentação de argumentos sólidos que sustentem a conclusão ou tese em análise; (3) resposta a perspectivas opostas e identificação de fragilidades nos argumentos apresentados; e (4) síntese da posição assumida, articulando os argumentos favoráveis e a refutação das objeções à tese defendida. Para apoiar a realização deste exercício, os alunos terão acesso à ferramenta de inteligência artificial generativa ChatGPT, disponibilizada pelo Eco-Guardião, permitindo um suporte adicional na construção e fundamentação do seu pensamento crítico.

A atividade "Artigo de Posição", convém refrisar, constitui uma oportunidade para o aluno desenvolver diversas competências essenciais ao Pensamento Crítico, nomeadamente a análise, avaliação, inferência, raciocínio lógico, resposta a objeções e síntese comunicacional. É o ponto alto onde culminam todas as atividades aqui propostas para o desenvolvimento do espírito crítico dos estudantes. Ao examinar uma questão sociocientífica, o aluno é incentivado a identificar os elementos centrais do debate e avaliar criticamente a qualidade e credibilidade das fontes consultadas. A formulação de conclusões baseia-se na articulação entre diferentes perspetivas e na construção de argumentos sólidos, exigindo uma organização lógica e coerente do pensamento. Paralelamente, a atividade promove o desenvolvimento da capacidade de responder a objeções, estimulando a reflexão sobre perspetivas contrárias e a identificação de fragilidades nos argumentos opostos. Na última etapa (síntese da posição assumida), o aluno é desafiado a sintetizar a sua posição, resumindo as razões que sustentam a tese defendida e as refutações apresentadas. Este exercício não só fomenta o pensamento crítico e reflexivo, como também aprimora a capacidade de comunicação escrita, essencial para a formulação de argumentos estruturados e bem fundamentados. A tabela conforme o que se pretende, é a seguinte:

Tabela 3.6.: Ações a desenvolver no 5.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
✓ Explicação de como funciona o ChatGPT inserido no Eco-Guardião		10 min
✓ Escrita de um Artigo de Posição adaptado, com o auxílio da função de criação de texto do ChatGPT sobre o tema.	Análise Avaliação Inferência Explicação	40 min
✓ Apresentação dos trabalhos à turma.	Avaliação	15 min

3.2.2.6. 6.º desafio

No sexto e último desafio (6ª sessão), o aluno é convidado a resolver uma sopa de letras que integra conceitos associados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável explorados nos desafios anteriores. Esta atividade apresenta uma natureza predominantemente lúdica, proporcionando uma abordagem interativa e dinâmica à consolidação dos conhecimentos adquiridos. O conteúdo digital foi desenvolvido através da plataforma H5P¹⁵, permitindo uma experiência de aprendizagem estimulante e acessível.

¹⁵ <https://lumi.education/>

Tabela 3.7.: Ações a desenvolver no 6.º desafio

Ações a desenvolver	Competências de PC	Duração
✓ Explicação do 6.º desafio.		5 min
✓ Resolução da sopa de letras		30 min

O quadro seguinte enuncia de forma sistematizada os seis desafios integrados na experiência da *Escape Room* “Vamos construir um futuro sustentável”, concebidos em consonância com as competências de Pensamento Crítico delineadas por Facione (2015).

Tabela 3.8.: Tabela com a síntese dos desafios e as competências de Pensamento Crítico a desenvolver.

Desafio	Descrição	Competências do PC
1.º desafio	Visualização de vídeos	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação • Avaliação
2.º desafio	Pesquisa de informação sobre ODS	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretação • Avaliação
3.º desafio	Quiz sobre ODS	<ul style="list-style-type: none"> • Análise • Inferência • Autorregulação
4.º desafio	Brasão de Armas Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • Análise • Inferência • Autorregulação
5.º desafio	Artigo de Posição	<ul style="list-style-type: none"> • Análise • Avaliação • Inferência • Explicação

CAPÍTULO 4

Avaliação Pedagógica da *Escape Room* “Vamos construir um futuro sustentável”

A educação para a sustentabilidade tem sido cada vez mais incorporada em metodologias ativas de ensino, procurando envolver os participantes de forma interativa e imersiva. O uso de *Escape Rooms* como ferramenta pedagógica representa uma inovação na abordagem dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo a resolução de problemas, o trabalho colaborativo e o pensamento crítico.

No contexto da presente investigação são agora sugeridas formas de aferir a eficiência pedagógica do que foi proposto até aqui, utilizando métricas estruturadas baseadas no trabalho de Bruce Tuckman (2012) e outros autores como Hamari et al., (2014), Deterding et al., (2011) relevantes na área da pedagogia e da gamificação.

Este capítulo propõe-se apresentar e fundamentar, de forma detalhada, cenários de teste desenvolvidos para avaliar o impacto da *Escape Room* “Vamos construir um futuro sustentável”, discutindo as métricas utilizadas e a sua relação com a promoção do pensamento crítico.

Considerou-se pertinente aplicar esses testes segundo três vertentes fundamentais de avaliação: a compreensão por parte dos estudantes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a aplicabilidade dos ODS na vida real e a promoção do pensamento crítico e a eficiência dos desafios e mecânicas do jogo, relativamente ao cumprimento das duas vertentes anteriores.

A utilização de *escape rooms* como estratégia pedagógica tem vindo a afirmar-se como uma abordagem inovadora e eficaz no desenvolvimento de competências do século XXI, tais como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a colaboração e a comunicação (Fernandes, 2024; Souza & Santos, 2024). Esta metodologia, inserida no paradigma da aprendizagem ativa e da gamificação, procura transformar o processo de ensino-aprendizagem numa experiência envolvente, significativa e experiencial. (Moura, 2023)

Contudo, importa refletir sobre a forma como os procedimentos de avaliação pedagógica dos próprios recursos pedagógicos são concebidos e aplicados. Esta avaliação, quando mal estruturada, pode representar um desafio adicional à própria atividade pedagógica que se deseja aferir e gerar níveis acrescidos de stress entre os estudantes, comprometendo os benefícios pedagógicos da própria atividade.

Uma das questões centrais prende-se com a distribuição dos procedimentos de avaliação das atividades pedagógicas por turmas diferentes. Devem esses procedimentos ser realizados em turmas

distintas, com o intuito de evitar a sobrecarga sobre um mesmo grupo de estudantes? Esta estratégia pode contribuir para uma gestão mais equilibrada do esforço cognitivo e emocional exigido aos alunos, sobretudo quando se trata de atividades intensivas como as *escape rooms* (Fernandes, 2024).

Outro aspecto relevante diz respeito à aplicação temporal dos procedimentos de avaliação da *Escape Room*. É pertinente questionar se a avaliação do recurso pedagógico sugerido deve ocorrer em sessões autónomas, intercaladas entre as sessões dos desafios, ou se deve ser feita no final das seis sessões previstas. A realização, por exemplo, de inquéritos aos estudantes numa sessão à parte pode permitir aos estudantes uma pausa reflexiva, reduzindo a pressão imediata após a resolução dos desafios e promovendo uma avaliação mais ponderada das aprendizagens. (Souza & Santos, 2024)

Em suma, a aplicação de procedimentos de avaliação pedagógica sobre *escape rooms* educativos exige uma reflexão cuidada sobre os seus formatos, tempos e implicações. A sua integração deve ser feita de forma estratégica, respeitando os ritmos dos estudantes e promovendo uma experiência de aprendizagem significativa, sem comprometer o bem-estar dos participantes.

4.1. Compreensão dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A compreensão dos ODS é um dos primeiros desafios no ensino da sustentabilidade. De acordo com (Kolb, 2015), metodologias que envolvem aprendizagem experiencial aumentam significativamente a retenção de conhecimento e a motivação dos aprendizes. A *Escape Room* "Vamos Construir um Futuro Sustentável" foi projetada para fomentar a assimilação dos ODS, permitindo que os participantes explorem desafios práticos relacionados à agenda 2030 da ONU. Por conseguinte, é sobre a eficiência dessa assimilação que o cenário de teste seguinte incide.

Cenário de Teste 1: Avaliação da Compreensão Conceitual

Este cenário tem como objetivo medir o impacto da *Escape Room* na aquisição de conhecimento sobre os ODS. A avaliação ocorre em três etapas:

- ✓ Pré-teste: Questionário aplicado antes do jogo, avaliando o nível inicial de conhecimento dos participantes sobre os ODS.
- ✓ Experiência no *Escape Room*: Os jogadores interagem com desafios que abordam temas relacionados com os 5 ODS trabalhados.
- ✓ Pós-teste: Aplicação de um segundo questionário para medir o progresso na compreensão dos conceitos.

Com base na obra de Tuckman (2012), são aplicadas métricas para analisar a eficácia da metodologia:

- ✓ Índice de retenção de conhecimento: Comparação percentual entre os resultados do pré-teste e do pós-teste.
- ✓ Coeficiente de participação ativa: Frequência e qualidade da interação dos participantes durante os desafios.
- ✓ Escala de satisfação: Análise qualitativa da percepção dos jogadores sobre a relevância dos desafios.

4.2. Aplicabilidade dos ODS na Vida Real e Promoção do Pensamento Crítico

O pensamento crítico é um elemento-chave da educação para a sustentabilidade, permitindo que os indivíduos analisem informações de forma rigorosa e desenvolvam soluções inovadoras para problemas ambientais e sociais (Gee, 2003). A *Escape Room* promove esse processo ao desafiar os alunos a tomarem decisões estratégicas e justificarem as suas escolhas com base em evidências.

Cenário de Teste 2: Impacto na Tomada de Decisão

Este cenário avalia se a experiência na *Escape Room* influencia a adoção de práticas sustentáveis e a capacidade crítica dos participantes. São empregues as seguintes metodologias:

- ✓ Observação de mudanças comportamentais: Monitorização de atitudes dos jogadores antes e depois do jogo.
- ✓ Entrevistas qualitativas: Recolha de relatos sobre como a *Escape Room* afetou a percepção dos participantes sobre os ODS.
- ✓ Análise de argumentação: Verificação da capacidade dos jogadores de formular justificações lógicas para suas decisões dentro do jogo.

Métricas Baseadas em Tuckman

- ✓ Índice de mudança comportamental: Percentagem de participantes que relatam alteração de hábitos sustentáveis.
- ✓ Escala de pensamento crítico: Aplicação de rubricas de avaliação para medir a capacidade de argumentação e tomada de decisão.
- ✓ Coeficiente de influência social: Número de interações e disseminação de conhecimento sobre os ODS em redes sociais.

4.3. Eficiência dos Desafios e Mecânicas do Jogo

Para que uma *Escape Room* seja eficaz do ponto de vista pedagógico, os desafios devem ser equilibrados, proporcionando uma experiência envolvente e estimulante para os jogadores. Segundo Jonassen (2010), a aprendizagem baseada na resolução de problemas fortalece a capacidade de análise e tomada de decisão dos participantes.

Cenário de Teste 3: Avaliação da Dificuldade e da Aprendizagem

Os desafios da *Escape Room* foram projetados para testar diferentes níveis de complexidade. Os seguintes aspectos são avaliados:

- ✓ Tempo médio de resolução dos desafios: medição da duração necessária para completar cada desafio.
- ✓ Taxa de resolução sem ajuda externa: percentagem de alunos que solucionam os desafios sem assistência.
- ✓ Feedback dos alunos: análise de respostas sobre a dificuldade dos desafios e a sua relevância para os ODS.

Métricas Aplicadas

- ✓ Índice de retenção de conceitos: comparação dos conteúdos assimilados durante o jogo e sua aplicação em contextos reais.
- ✓ Coeficiente de desafio educativo: percentagem de alunos que consideram os desafios estimulantes e esclarecedores.
- ✓ Escala de satisfação: avaliação subjetiva dos alunos sobre a experiência geral.

Os cenários propostos têm como objetivo fornecer um quadro paradigmático consistente para a avaliação pedagógica da *Escape Room* sugerida. A sua aplicação e a análise dos resultados experimentais que permitem obter envolvem uma segunda fase de pesquisa, na sequência daquela que se desenvolveu neste trabalho, que será objeto de futuras investigações.

Conclusão e desenvolvimento futuro da investigação

5.1. Objetivos fundamentais deste projeto.

O presente trabalho propôs-se desenvolver uma abordagem pedagógica inovadora para o ensino da sustentabilidade ambiental, focada na promoção do pensamento crítico em alunos do quarto ano de escolaridade do Ensino Básico português. Para tal, foi concebida e detalhadamente descrita a *Escape Room* "Vamos construir um futuro sustentável", que para além de outros recursos digitais, integra a Inteligência Artificial (IA) como elemento central da experiência imersiva. A utilização de ambientes imersivos, como as *Escape Rooms*, onde a gamificação significativa é aplicada, visa fomentar um envolvimento duradouro e um impacto comportamental na aprendizagem.

A conceção da *Escape Room* alinha-se com os princípios da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), reconhecida como pilar estratégico para sociedades resilientes e responsáveis e um ponto central da Agenda 2030 das Nações Unidas, particularmente o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4 sobre educação de qualidade. A gamificação significativa, através do formato de *Escape Room*, visa fomentar um envolvimento duradouro e um impacto comportamental na aprendizagem dos ODS, respondendo à necessidade crescente de sensibilização para os desafios ambientais.

A questão de investigação fundamental de que se partiu para a elaboração deste projeto — nomeadamente, de que forma uma *Escape Room* sobre sustentabilidade, com Inteligência Artificial integrada, pode contribuir para a promoção e o desenvolvimento do Pensamento Crítico? — foi abordada de forma explícita através do design e intencionalidades pedagógicas que estruturam a ferramenta.

A *Escape Room* foi elaborada tendo como objetivo fundamental estimular o pensamento crítico, convidando os alunos a analisarem informações, formularem argumentos e tomarem decisões informadas, tal como preconizado no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). A integração da IA teve como objetivo amplificar estas possibilidades, oferecendo personalização e um envolvimento mais profundo com questões complexas.

A arquitetura da *Escape Room* "Vamos construir um futuro sustentável" é fundamentada na Taxonomia de Bloom para a Era Digital (Churches, 2010; Ng et al., 2021; Yusuf et al., 2024) e nas competências essenciais de Pensamento Crítico definidas por (Facione, 2015). A integração da IA,

nomeadamente através do Eco-Guardião (Landbot), que disponibiliza ferramentas como o Google, Microsoft Designer e ChatGPT, permite uma personalização e aprofundamento da experiência interativa, enquanto invoca nos alunos a necessidade de validar a informação para combater o pensamento acrítico. Os seis desafios propostos, distribuídos por sessões de sessenta minutos e inseridos nas aulas de Estudo do Meio e Português, foram elaborados para estimular diversas competências de pensamento crítico:

- O 1.º e 2.º desafios visam o desenvolvimento da interpretação e avaliação.
- O 3.º e 4.º desafios aprofundam a análise, inferência e autorregulação.
- O 5.º desafio culmina na formulação de juízos fundamentados e argumentação através da elaboração de um Artigo de Posição, promovendo análise, avaliação, inferência, raciocínio lógico, resposta a objeções e síntese comunicacional.

Os princípios de design eficaz de conteúdos multimédia de (Mayer, 2009), como a combinação de palavras e imagens, a personalização, a segmentação e a supressão de elementos supérfluos, foram igualmente considerados para otimizar a compreensão e o envolvimento dos alunos.

Adicionalmente, o projeto formula três hipóteses de trabalho que, conforme se afirmou na introdução, são intrinsecamente abordadas pelo design da *Escape Room*, a saber:

1. A utilização do recurso educativo digital aumenta a motivação dos alunos para a aprendizagem, tornando-a mais envolvente.

Neste sentido, a escolha da *Escape Room* como metodologia pedagógica assenta na sua capacidade de fomentar conexões pessoais que incentivem o envolvimento sustentável dos alunos, com a gamificação a visar um impacto duradouro na aprendizagem e na mudança comportamental. A aprendizagem experiencial é reconhecida por aumentar a motivação e retenção de conhecimento, e as métricas de avaliação propostas incluem a escala de satisfação e o coeficiente de desafio educativo para aferir o envolvimento e o estímulo. A adaptabilidade dos princípios de ensino multimédia torna a experiência mais envolvente e eficaz.

Como segunda hipótese de trabalho, que:

2. Os alunos demonstram capacidade para usar adequadamente a Inteligência Artificial integrada no recurso educativo digital.

A este respeito, a inclusão do Eco-Guardião, que integra ferramentas como Google, Microsoft Designer e ChatGPT, permite aos alunos interagir com a IA para pesquisa de informação, criação de

imagens e texto. Mais importante, o Eco-Guardião "recorda os alunos dos perigos do pensamento acrítico, nomeadamente, recorrendo à frase: 'Não te esqueças de validar a informação com outras fontes'", capacitando-os para um uso crítico e adequado da tecnologia. A avaliação prevê aferir a capacidade de argumentação e tomada de decisão informada.

E, finalmente, a hipótese de trabalho propondo que:

3. O Pensamento Crítico dos alunos melhora, levando-os a analisar, argumentar e tomar decisões fundamentadas.

Como foi detalhado anteriormente, cada desafio da *Escape Room* foi concebido para desenvolver competências específicas de Pensamento Crítico, desde a interpretação e avaliação (1.º e 2.º desafios), à análise, inferência e autorregulação (3.º e 4.º desafios). O 5.º desafio, com a elaboração de um Artigo de Posição elementar, estimula a formulação de juízos fundamentados, através da análise de diferentes pontos de vista e o desenvolvimento de capacidades argumentativas, promovendo análise, avaliação, inferência, raciocínio lógico, resposta a objeções e síntese comunicacional. O Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória serve de referência para esta capacitação, enfatizando a análise de informação, experiências ou ideias, argumentando com recurso a critérios implícitos ou explícitos, com vista à tomada de posição fundamentada. Limitações do projeto

As limitações identificadas no presente estudo estão, sobretudo, relacionadas com constrangimentos temporais decorrentes da natureza do projeto e das funções acumuladas pelo investigador, como Professor do 1º Ciclo. A disponibilidade de tempo revelou-se reduzida, uma vez que o investigador exerceu, em simultâneo, funções docentes no âmbito de um Agrupamento de Escolas, o que condicionou o planeamento e a execução das diferentes fases da investigação. Em particular, aquela dizendo respeito a um teste inicial da *Escape Room* em sala de aula, o que teria permitido, quer aferir uma resposta preliminar por parte dos alunos, quer adequar um ou outro aspeto, de forma a otimizar a *Escape Room*.

Esta última limitação revelou-se, todavia, uma oportunidade para identificar fundamentação teórica adequada para desenhar cenários de testes, cujas métricas possam efetivamente medir o grau de eficiência do recurso digital desenvolvido.

5.2. Sugestões para futuras investigações

Considerando o potencial pedagógico inerente à metodologia *Escape Room*, evidencia-se a relevância da sua aplicação em investigações futuras, tanto para validar os cenários de teste previamente delineados como para analisar as métricas propostas na avaliação do seu impacto educativo.

Importa ainda sublinhar a relevância da disseminação deste tipo de recurso para outras áreas disciplinares, nomeadamente no âmbito da formação contínua de professores. A promoção do Pensamento Crítico, em articulação com a metodologia *Escape Room*, sugere-se que possa ser explorada transversalmente em diferentes domínios curriculares, potenciando práticas pedagógicas inovadoras e interdisciplinares.

5.3. Considerações finais

O projeto que se apresentou procurou potenciar de forma significativa a reflexão crítica dos alunos sobre os desafios da sustentabilidade, utilizando a gamificação e a tecnologia para tornar a aprendizagem mais interativa e envolvente. Alinhando-se com o Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), em particular nas áreas de Pensamento Crítico e Saber Científico, Técnico e Tecnológico, a *Escape Room* "Vamos construir um futuro sustentável" visa capacitar os alunos para analisar informações, formular argumentos, tomar decisões informadas e desenvolver soluções inovadoras, preparando-os para se tornarem cidadãos autónomos, críticos e criativos, capazes de enfrentar os desafios de um futuro em constante evolução. O projeto promove, assim, uma ligação entre a educação, a sustentabilidade e a tecnologia, na tentativa de contribuir para um ensino mais dinâmico e relevante para as novas gerações.

Referências Bibliográficas

- Churches, A. (2010). *Bloom's Digital Taxonomy. A thorough orientation to the revised taxonomy; practical recommendations for a wide variety of ways mapping the taxonomy to the uses of current online technologies; and associated rubrics.*
<https://www.researchgate.net/publication/228381038>
- Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho. (2017). Perfil Dos Alunos À Saída Perfil Dos Alunos. In Ministério da Educação/Direção Geral da Educação (DGE) (Ed.), *Editorial do Ministério da Educação e Ciência*. Editorial do Ministério da Educação e Ciência.
http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E., & Dixon, D. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15.
- Ennis, R. H. (1985). A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(2), 44–48. <https://jgregorymcverry.com/readings/ennis1985assessingcriticalthinking.pdf>
- Facione, P. (2015). Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *Measured Reasons LLC & Insight Assessment*, 1–30. <https://www.researchgate.net/publication/251303244>
- Fernandes, S. (2024). *Escape Room Educativo (ERE) como estratégia de inovação pedagógica e curricular: uma experiência com estudantes universitários.*
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy.* Palgrave/Macmillan.
- Gonsalves, C. (2024). Generative AI's Impact on Critical Thinking: Revisiting Bloom's Taxonomy. *Journal of Marketing Education*. <https://doi.org/10.1177/02734753241305980>
- Halpern, D. F., & Dunn, D. S. (2021). Critical Thinking: A Model of Intelligence for Solving Real-World Problems. *Journal of Intelligence*, 9(22). <https://doi.org/10.3390/jintelligence9020022>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hamzaoui, R., Bachiri, Y. A., Ouassam, E., Mouncif, H., & Bouikhalene, B. (2024, April 18). Toward Artificial Intelligence-Enhanced Hybrid Learning: Leveraging Video Content for Personalized Education. *The 7th International Conference On Networking, Intelligents Systems and Security*. <https://doi.org/10.1145/3659677.3659823>
- Jonassen, D. H. (2010). *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments.* Routledge.

- Kissinger, H., LLC, D., & Huttenlocher, D. (2024). *A Era da Inteligência Artificial* (6.ª edição). Publicações Dom Quixote.
- Kolb, D. A. . (2015). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*. Pearson Education, Inc.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (Second Edition). Cambridge University Press.
- Mesquita, E., Patrício, M. R., Freire-Ribeiro, I., & Pereira, A. (2024). Lulu and the Brontosaurus: An Escape Room Adventure for Learning in the 1st Cycle of Basic Education. *Revista <ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, E71*, 216–229.
- Moura, A. (2023). O Escape Room como recurso educativo. *Metodologias Ativas e Tecnologias Educacionais Digitais*, 43–50.
- Nações Unidas. (2018). *Guia sobre Desenvolvimento Sustentável*.
http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Nicholson, S. (2015). A RECIPE for Meaningful Gamification. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Busines* (pp. 1–20). Springer.
- Paul, R. (2005). The state of critical thinking today. *New Directions for Community Colleges, 2005*(130), 27–38. <https://doi.org/10.1002/cc.193>
- Pinheiro de Souza, K., & Lino dos Santos, J. (2024). Tecendo reflexões sobre as potencialidades do Escape Room na aprendizagem. *Revista Educação, Pesquisa e Inclusão, 5*, 1–14.
<https://doi.org/10.18227/2675-3294repi.v5i1.8371>
- Reuter, J., Ferreira Dias, M., Amorim, M., Figueiredo, C., & Veloso, C. (2020). How to create Educational Escape rooms? Strategies for creation and design. *ACM International Conference Proceeding Series*, 694–698. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436664>
- Saiz, C. (2018). *Pensamiento crítico y eficacia*. Ediciones Pirámide.
- Sousa, N. (2022). *O Pensamento Crítico na Educação em Matemática e Ciências: Conceções de Professores Portugueses do 1.º e 2.º CEB* [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Aveiro.
- Stohlmann, M. S. (2023). Mathematical digital escape rooms. *School Science and Mathematics, 123*(1), 26–30. <https://doi.org/10.1111/ssm.12564>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2021). Promover o Pensamento Crítico e Criativo no ensino das Ciências: propostas didáticas e seus contributos em alunos portugueses. *Investigacoes Em Ensino de Ciencias, 26*(1), 70–84. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>

- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2022). Pensamento crítico e criativo para uma educação ciência-tecnologia-sociedade. *Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnología y Sociedad - CTS*, 17(51), 141–155.
- Tsivitanidou, O. E., & Ioannou, A. (2020). Citizen Science, K-12 science education and use of technology: A synthesis of empirical research. *Journal of Science Communication*, 19(4), 1–22. <https://doi.org/10.22323/2.19040901>
- Tuckman, B. W. (2012). *Manual de Investigação em Educação - Metodologia para conceber e realizar o processo de investigação científica* (4.ª). Fundação Calouste Gulbenkian.
- UNESCO. (2005). Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014: documento final (do) Plano Internacional de Implementação. *Organização Das Nações Unidas Para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)*.
- UNESCO. (2021). *Educação para o Desenvolvimento Sustentável: rumo à realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Vergara, D., Lampropoulos, G., Antón-Sancho, Á., & Fernández-Arias, P. (2024). Impact of Artificial Intelligence on Learning Management Systems: A Bibliometric Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 8(75), 1–19. <https://doi.org/10.3390/mti8090075>
- Vieira, R. M. (2018). *Didática das Ciências para o Ensino Básico*. Sílabas & Desafios.
- Yusuf, A., Bello, S., Pervin, N., & Tukur, A. K. (2024). Implementing a proposed framework for enhancing critical thinking skills in synthesizing AI-generated texts. *Thinking Skills and Creativity*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101619>

Apêndices

Apêndice A - Guião do aluno

Registo de Atividades – Escape Room “Vamos construir um futuro sustentável”

Nome: _____ Data: ____ / ____ / _____


Objetivo do Guião

Este guião orienta-te na utilização do recurso interativo Genially, promovendo aprendizagens integradas de Português e Estudo do Meio. Vais desenvolver competências de leitura, escrita, compreensão, pesquisa e reflexão sobre o mundo que te rodeia.

1. Antes de Começares

- Garante que tens acesso a computador/tablet com internet.
- Prepara o teu caderno e material de escrita.
- Lê todas as instruções do Genially com atenção:



- O Alpinista apresenta o desafio que irás ter pela frente.
-  O Eco-Guardião irá acompanhar-te ao longo dos desafios. Com ele terás acesso: (1) Google para pesquisa de informação sobre o tema; (2) criação de imagens com a ajuda da Inteligência Artificial; (3) uso do ChatGPT.
- Para usares a Inteligência Artificial terás de ter em conta:

O que é um prompt?

Um prompt é uma pergunta ou uma ordem que damos ao computador para ele nos ajudar. Por exemplo:

- “Conta-me uma história de animais.”
- “Diz-me como se faz um bolo.”

Para que serve um prompt?

Serve para o computador perceber melhor o que queremos e dar-nos uma resposta mais útil.

Como posso fazer um bom prompt?

1. Pensa bem no que queres saber.
2. Escreve a tua pergunta de forma simples e clara.
3. Lê a resposta do computador com atenção.

Exemplos de prompts

- “Faz uma lista de animais que vivem no mar.”
- “Explica como funciona o ciclo da água.”
- “Escreve um poema sobre a primavera.”

Desafio!

Agora és tu!

- Utiliza a Inteligência Artificial quando te for sugerido nos desafios.

Dicas rápidas

- Usa frases curtas.
 - Diz sempre o que queres saber.
 - Se não perceberes a resposta, tenta perguntar de outra forma.
-

2. Exploração do Recurso

A. Navegação

- Usa as setas e botões do Genially para avançar ou recuar.
- Observa textos, imagens, vídeos e atividades interativas.

B. Atividades de Português

- **Leitura:** Lê todos os textos apresentados, em voz alta e em silêncio.
- **Compreensão:** Responde às perguntas sobre o texto no teu caderno.
- **Vocabulário:** Regista palavras novas e procura o seu significado.
- **Escrita:** Realiza as tarefas propostas, como escrever frases, textos ou inventar histórias relacionadas com os temas do recurso.

C. Atividades de Estudo do Meio

- **Observação:** Identifica fenómenos naturais, elementos do património, factos históricos ou sociais presentes no recurso.
 - **Pesquisa:** Se surgir um tema do meio ambiente, sociedade, ciência ou história, faz uma breve pesquisa e regista curiosidades.
 - **Reflexão:** Responde a perguntas sobre o impacto das ações humanas na natureza ou sociedade, propondo soluções para problemas apresentados.
 - **Projeto:** Elabora um pequeno trabalho ou cartaz sobre um tema abordado.
-

3. Atividades Integradas

- Relaciona o que leste com a tua experiência: Escreve um texto ou faz um desenho sobre como o tema do Genially se relaciona com a tua vida ou comunidade.
- Debate: Partilha as tuas ideias com colegas ou família sobre um tema do recurso (ex: “Como podemos proteger o ambiente na nossa escola?”).
- Expressão Oral: Apresenta oralmente as tuas conclusões ou trabalhos.

4. Durante a Exploração

- Participa em todas as atividades propostas.
- Se tiveres dúvidas, regista-as para perguntar ao professor.
- Reflete sobre o que aprendeste em cada secção.
- Regista no espaço seguinte a chave que fores descobrindo ao longo dos desafios.

5. Após a Exploração

- Faz uma avaliação do teu trabalho:

Avaliação individual				
	Sim		Não	
Compreendi o que tinha de fazer?				
Estive atento e concentrado no trabalho?				
Ouvi e procurei compreender as ideias e as opiniões dos meus colegas?				
Apresentei as minhas ideias e opiniões aos meus colegas?				
Encorajei os meus colegas a participar no trabalho?				
Ajudei os meus colegas quando foi necessário?				
Pedi ajuda a algum colega quando foi necessário?				
Aceitei a ajuda de outros colegas?				
Senti entusiasmo no trabalho?				
Avaliação do grupo				
	MB	B	S	I
Todos compreenderam e conseguiram realizar o que tinham de fazer.				
Estiveram todos atentos, concentrados e entusiasmados no trabalho.				
Colaboraram todos uns com os outros com respeito e partilharam as suas ideias e opiniões.				

Gostaste do projeto? Porquê?

Qual foi o assunto mais interessante de que falaram?

6. Competências a Desenvolver

- Compreensão leitora e expressão escrita.
 - Observação, pesquisa e reflexão sobre o meio envolvente.
 - Comunicação oral e escrita.
 - Consciência cívica e ambiental.
-

Apêndice B - Guião do Professor

Escape Room "Vamos construir um futuro sustentável"

Articulação: Português e Estudo do Meio – 4.º Ano

1. Objetivos do Guião

- Orientar os alunos na utilização do recurso interativo Genially, promovendo aprendizagens integradas de Português e Estudo do Meio.
 - Desenvolver competências de leitura, escrita, compreensão, pesquisa, reflexão e cidadania ativa.
 - Familiarizar os alunos com o uso responsável da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta de apoio à aprendizagem.
-

2. Organização e Preparação

- **Materiais necessários:**
 - Computador/tablet com acesso à internet para cada aluno ou grupo.
 - Caderno e material de escrita.
 - Acesso ao recurso Genially e, se possível, a ferramentas (Google, criação de imagens, ChatGPT).
 - **Preparação prévia:**
 - Explore o Genially antes da aula para conhecer os desafios, a estrutura e as funcionalidades.
 - Prepare exemplos de prompts para orientar os alunos no uso da IA.
 - Defina se o trabalho será individual, em pares ou em pequenos grupos.
-

3. Desenvolvimento da Atividade

A. Introdução e Enquadramento

- Apresente o desafio e o contexto da Escape Room:
“Vamos construir um futuro sustentável!”
- Explique o papel do Alpinista (apresentação do desafio) e do Eco-Guardião (apoio ao longo dos desafios, sugestões de pesquisa e uso da IA).
- Introduza o conceito de prompt e a sua utilidade, usando exemplos simples e adequados à idade.

B. Orientação para o Uso da IA

- Explique o que é um prompt e como criar perguntas claras para a IA.
- Dê exemplos práticos e incentive os alunos a experimentar criar os seus próprios prompts durante os desafios.

C. Exploração do Genially

- Oriente a navegação pelo recurso, incentivando a leitura atenta de textos, a observação de imagens e vídeos, e a participação nas atividades interativas.
- Monitore o uso das ferramentas de IA, garantindo que os alunos as utilizam de forma segura e pedagógica.

D. Exploração do Microsoft Designer

- Demonstração do funcionamento do Microsoft Designer e a forma de criar imagens com o uso de prompts.

E. Atividades de Português

- Incentive a leitura em voz alta e em silêncio dos textos apresentados.
- Oriente a resposta às perguntas de compreensão e o registo de palavras novas no caderno.
- Proponha tarefas de escrita criativa (frases, textos, histórias ligadas ao tema).

F. Atividades de Estudo do Meio

- Peça aos alunos para identificarem fenómenos naturais, elementos do património, factos históricos ou sociais presentes no recurso.
- Sugira pequenas pesquisas sobre temas ambientais, sociais ou científicos.
- Incentive a reflexão sobre o impacto das ações humanas e a apresentação de soluções para problemas do quotidiano.
- Proponha a realização de pequenos projetos ou cartazes sobre os temas abordados.

G. Atividades Integradas

- Estimule os alunos a relacionar o que aprendem com a sua experiência pessoal e com a comunidade.
- Promova debates e partilhas de ideias em grupo ou com a família.
- Incentive apresentações orais das conclusões ou trabalhos realizados.

H. Acompanhamento Durante a Exploração

- Circule pela sala, esclarecendo dúvidas e apoiando os alunos nas tarefas.
- Incentive a participação ativa e o registo das “chaves” ou soluções descobertas ao longo dos desafios.
- Promova momentos de reflexão sobre as aprendizagens em cada secção.

4. Avaliação

A. Avaliação Individual

- Utilize a grelha de autoavaliação fornecida no guião do aluno para monitorizar o envolvimento, compreensão, colaboração e entusiasmo.
- Incentive os alunos a refletirem sobre o seu desempenho e a registarem dúvidas ou dificuldades.

B. Avaliação do Grupo

- Utilize a grelha de avaliação de grupo para aferir a colaboração, respeito, partilha de ideias e realização das tarefas.
- Promova a discussão sobre o que correu melhor e o que pode ser melhorado.

C. Avaliação Formativa

- Recolha os registos dos alunos para identificar aprendizagens, dificuldades e áreas a reforçar.
 - Valorize a criatividade, a autonomia, a capacidade de pesquisa e a reflexão crítica.
-

5. Competências a Desenvolver

- Compreensão leitora e expressão escrita.
 - Observação, pesquisa e reflexão sobre o meio envolvente.
 - Comunicação oral e escrita.
 - Consciência cívica e ambiental.
 - Utilização responsável da tecnologia e da inteligência artificial.
 - Promoção da autonomia, do pensamento crítico e da criatividade dos alunos.
-

6. Dicas e Sugestões

- Adapte o ritmo da atividade à turma, dando mais tempo aos alunos que necessitem.
- Incentive o trabalho colaborativo e a entajuda.
- Promova a ligação entre os conteúdos do recurso e o quotidiano dos alunos.
- Utilize os resultados da avaliação para planear atividades futuras e reforçar aprendizagens essenciais.