

Escape Room Virtual **para o Ensino da** **Geologia no 10.º** **ano: Uma** **Investigação-Ação** **sobre a** **Compreensão** **do Tempo Geológico**

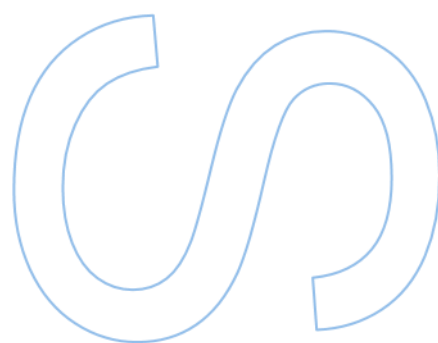
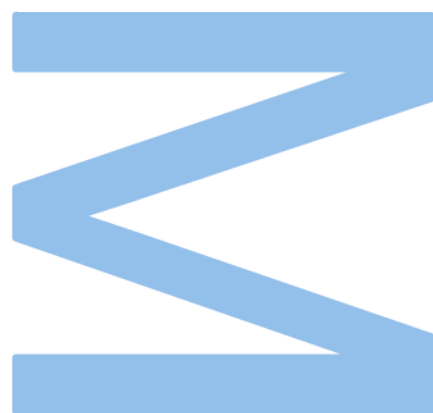
Beatriz Alves Silva Oliveira de Sousa

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo
do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2025





Escape Room Virtual **para o Ensino da** **Geologia no 10.º** **ano: Uma** **Investigação-Ação** **sobre a** **Compreensão** **do Tempo Geológico**

Beatriz Alves Silva Oliveira de Sousa

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

2025

Orientador

Tiago Ribeiro, Professor Auxiliar Convidado, Unidade de Ensino
das Ciências, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Para a Bia de cinco anos que sonhava um dia ser professora.

Conseguimos.

Agradecimentos

Ao Professor Tiago, meu orientador. Porque há pessoas que entram na nossa vida e a mudam para sempre - não com gestos grandiosos, mas com presença, exigência e humanidade. No meio de desafios, dúvidas, gargalhadas e aprendizagens, o professor foi mais do que um orientador: foi amigo, espelho, bússola e chão. Foi quem me disse “podes mais” quando eu só queria parar e quem me devolveu a confiança com um “estou orgulhoso” quando eu mais precisava. Foi quem me mostrou que ensinar não é só saber. É sentir, escutar, guiar e acreditar no outro antes mesmo que ele acredite em si. Obrigada por ter discutido ideias como quem constrói mundos, por nunca baixar a fasquia, e por ser um exemplo - não só de professor, mas de ser humano inteiro. Tenho um orgulho gigante por tê-lo tido ao meu lado neste caminho. Levo tudo o que me ensinou na cabeça e no coração - e levo-o comigo para cada sala de aula onde entrar. Vou ter imensas saudades suas. Obrigada por tudo.

À minha professora cooperante, por ser a professora mais compreensiva e acolhedora que há. Disse várias vezes que queria guardá-la num potinho para poder levá-la comigo para o futuro - para quando eu não souber o que fazer, para quando precisar de um abraço ou de um reforço positivo, ou simplesmente de alguém que me diga que vai ficar tudo bem: “Método pinguim, Bia: sorrir e acenar.” Obrigada por me permitir aprender consigo e por ser a melhor cooperante que podia ter tido. A professora que sou hoje inspirou-se em si - e sou melhor por sua causa. Um “obrigada” não chega. Vou sentir a sua falta.

Ao Gonçalo, por teres sido um colega de estágio espetacular. Por estes três anos de amizade, pelas ideias, opiniões, melhorias e elogios. Por todas as conversas, fofocas e por seres um verdadeiro parceiro. Independentemente do futuro, tenho muito orgulho de tudo o que passámos até aqui. As memórias que guardo deste ano contigo - e de todo o crescimento que partilhámos - ficam para sempre. Obrigada.

Aos meus alunos, obrigada por me lembrarem todos os dias porque escolhi ser professora. Por me deixarem entrar nas vossas rotinas, me desafiarem, me fazerem rir (às vezes até quando não deviam) e me mostrarem que educar é muito mais do que explicar conteúdos. Obrigada pelos abraços inesperados, perguntas difíceis, graxa descarada e confiança que depositaram em mim. Ensinar-vos foi, sem dúvida, das experiências mais marcantes que vivi - e não apenas pelo que vos ensinei, mas também, por tudo o que aprendi convosco. Continuem a crescer com essa vontade de saber mais e com a generosidade que vos define. Sejam o que quiserem ser. Mudem o mundo. E façam dele um lugar melhor.

À minha família. Ao Martin, o meu irmão, o meu *partner* para a vida e melhor amigo - obrigada por seres a melhor companhia que podia ter para crescer, por partilhares o mesmo neurónio comigo e por pensarmos tão igual. Ao meu pai. E, principalmente, à minha mãe - por me mostrar a beleza desta profissão, por conversares comigo sobre tudo e por me compreenderes e apoiares como ninguém. Obrigada por tudo o que fizeram por mim ao longo do meu crescimento, por celebrarem as minhas vitórias como se fossem vossas, e por me ensinarem que a vida não é só trabalho - é também o descanso, a diversão e experiências que levamos connosco. Amo-vos.

Aos meus tios, primos e avós - obrigada pelas memórias de uma vida, por tornarem a minha infância mil vezes melhor, pelas gargalhadas, aventuras e bom humor. Pelos encontros caóticos que sempre foram um escape à rotina e por estarem sempre lá quando é preciso. Ensinarão-me que ser barulhenta e rir alto não é defeito - é uma bela marca de família.

Aos meus amigos de infância e da escola. Obrigada pelas memórias felizes que guardo com tanto carinho, por me acompanharem nas diferentes fases da vida, por me ajudarem a crescer e por me mostrarem que não estamos sós neste caminho e que o apoio certo, no momento certo, muda tudo. Aos amigos da faculdade, em especial à Kate e ao Manel, obrigada por partilharem comigo esta aventura que foi o mestrado: pelas conversas sérias e parvas, pelas gargalhadas, pelos jogos, pelos desabafos e por serem sempre casa. Porque, no fim de contas, os amigos são mesmo a família que escolhemos.

Ao voleibol, à minha equipa e ao meu clube, obrigada por me ensinarem valores que vão para além da escola - o espírito de equipa, a resiliência, a disciplina e a coragem. Obrigada por me mostrarem que falhar faz parte, mas que levantar a cabeça é obrigatório. Levo comigo as amizades que construí, as aprendizagens que ganhei e todas as situações que me ajudaram a crescer. À arbitragem e a todos os árbitros extraordinários que conheci, obrigada pelo apoio, pelos desafios e pelas decisões difíceis que me ensinaram a ter pulso firme e a manter a calma. Aprendi convosco que ser justa nem sempre é ser compreendida - e que nem todos vão gostar de nós, e está tudo bem. Levo-vos a todos comigo em cada desafio novo - porque ser professora também é, no fundo, uma forma de jogo em equipa, onde eu estou a arbitrar.

E por fim, a todos os professores maravilhosos que tive ao longo da vida e me fizeram querer estar aqui.

A todos, o meu muito obrigada.

Resumo

Ensinar o tempo geológico continua a ser um dos principais desafios no ensino da geologia, sobretudo devido à dificuldade que os alunos sentem em compreender escalas temporais longas e abstratas. Esta investigação teve como objetivo desenvolver, implementar e avaliar o impacto de uma *Escape Room* Virtual (ERV) como recurso educativo para o ensino da escala do tempo geológico, seguindo a metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Jogos (EOAJ).

A ERV foi construída em torno de três grandes blocos temáticos - Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico - e integrou desafios digitais e físicos, organizados sequencialmente, com o objetivo de promover aprendizagens ativas, pensamento crítico, autonomia e trabalho colaborativo.

Metodologicamente, a investigação seguiu uma abordagem de Investigação-Ação (I-A), combinando métodos quantitativos e qualitativos. A intervenção foi implementada numa turma do 10.º ano de escolaridade, num total de 23 alunos, e a recolha de dados envolveu a aplicação de um pós-teste e um re-teste, uma grelha de observação, um relatório *snapshot* e entrevistas semiestruturadas.

Os resultados indicam que a ERV teve um impacto positivo na compreensão dos conteúdos geológicos: a média da turma aumentou entre o pós-teste (61,5%) e o re-teste (68,2%). A análise qualitativa revelou perceções muito positivas quanto ao uso da tecnologia, ao envolvimento com os desafios e à aprendizagem colaborativa. Os alunos demonstraram entusiasmo, motivação e interesse pela atividade, reconhecendo que a ERV facilitou a compreensão de conteúdos como os fósseis de idade, os princípios estratigráficos e a tectónica de placas.

Conclui-se que a ERV é um recurso eficaz e motivador para o ensino da geologia, contribuindo para uma aprendizagem mais ativa e eficaz. Este estudo representa um contributo para a inovação pedagógica no ensino das ciências, defendendo a integração de metodologias ativas e de recursos digitais no processo educativo e sugerindo a sua aplicação a outros contextos disciplinares.

Palavras-chave: Ensino das Ciências, *Escape Room* Virtual, Investigação-Ação, Jogos, Tempo Geológico.

Abstract

Teaching geological time remains one of the main challenges in geology education, particularly due to students' difficulties in understanding long and abstract temporal scales. This study aimed to develop, implement, and evaluate the impact of a Virtual Escape Room (VER) as an educational resource for teaching the geological time scale, following the methodology of Game-Based Learning (GBL).

The VER was structured around three major thematic blocks - Paleozoic, Mesozoic, and Cenozoic - and integrated both digital and physical challenges, organized sequentially to promote active learning, critical thinking, autonomy, and collaborative work.

Methodologically, the research followed an Action Research (AR) approach, combining quantitative and qualitative methods. The intervention was implemented in a 10th-grade class (n=23), and data collection included a post-test and a delayed re-test, an observation grid, a snapshot report, and semi-structured interviews.

The results indicate that the VER had a positive impact on students' understanding of geological content: the class average increased from 61.5% in the post-test to 68.2% in the re-test. Qualitative analysis revealed highly positive perceptions regarding the use of technology, engagement with the challenges, and collaborative learning. Students expressed enthusiasm, motivation, and interest in the activity, recognizing that the VER helped them better understand concepts such as index fossils, stratigraphic principles, and plate tectonics.

It is concluded that the VER is an effective and motivating resource for teaching geology, contributing to more active and meaningful learning. This study offers a contribution to pedagogical innovation in science education, advocating the integration of active methodologies and digital tools in the teaching and learning process, and suggesting its application to other disciplinary contexts.

Keywords: Science Education, Virtual Escape Room, Action Research, Games, Geological Time.

Índice

Lista de tabelas	vii
Lista de gráficos	vii
Lista de figuras	vii
Lista de abreviaturas	viii
1. Introdução	1
1.1. Contextualização e justificação da investigação.....	1
1.2. Finalidade, questões e objetivos da investigação.....	3
2. Enquadramento educacional	5
2.1. Enquadramento curricular	5
2.2. O ensino da escala do tempo geológico.....	6
3. Metodologia de ensino	9
3.1. Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Jogos	9
3.2. Estratégias de ensino.....	10
4. Metodologia de investigação	13
4.1. Classificação da metodologia.....	13
4.2. Caracterização da amostra	15
4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	16
4.4. Técnicas de tratamento de dados	20
4.5. Questões de ética	22
5. Intervenção pedagógica	23
5.1. Sequência de aulas.....	23
5.2. Recurso educativo	26
6. Análise e discussão dos resultados.....	31
6.1. Teste.....	31
6.2. Grelha de observação	33
6.3. Relatório <i>snapshot</i>	37
6.4. Guião de entrevista	40

7. Conclusão	47
7.1. Conclusão e considerações finais	47
7.2. Limitações e orientações para futuras investigações	49
Referências Bibliográficas	51
Apêndices.....	57
Apêndice 1 – Grelha de Observação	57
Apêndice 2 – Relatório <i>Snapshot</i>	58
Apêndice 3 – Guião de Entrevista	59
Apêndice 4 – Teste com Correção (Pós-teste e Re-teste)	60
Apêndice 5 – Planificação	61
Apêndice 6 – Cartões dos Fósseis.....	63
Apêndice 7 – <i>Genially</i>	68
Apêndice 8 – Guião de Exploração e Correção.....	72
Apêndice 9 – Estratos da Sequência Estratigráfica e Legenda	75
Apêndice 10 – Fotografias dos alunos durante a IP	76
Anexos	77
Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética	77

Lista de tabelas

Tabela 1 - Questões de investigação da IP.	3
Tabela 2 - Objetivos educativos, científicos e profissionais da IP.	4
Tabela 3 - Enquadramento curricular desta investigação.	6
Tabela 4 - Caracterização da amostra participante.....	15
Tabela 5 - Descrição do guião de entrevista desta investigação.....	18
Tabela 6 - Grelha de categorização e codificação das entrevistas.	21
Tabela 7 - Resultados no pós-teste e re-teste.	31
Tabela 8 - Resultados por grupo do pós-teste e re-teste.	32
Tabela 9 - Resultados da grelha de observação.....	36
Tabela 10 - Resultados à questão 1.1. do relatório <i>snapshot</i>	37
Tabela 11 - Resultados às questões 2.1., 2.2., 2.3. e 2.4. do relatório <i>snapshot</i>	38
Tabela 12 - Resultados à questão 3. do relatório <i>snapshot</i>	39
Tabela 13 - Resultados das Forças (<i>Strengths</i>).....	41
Tabela 14 - Resultados das Fraquezas (<i>Weaknesses</i>).....	42
Tabela 15 - Resultados das Oportunidades (<i>Opportunities</i>).	44
Tabela 16 - Resultados das Ameaças (<i>Threats</i>).....	45

Lista de gráficos

Gráfico 1 - Frequências absolutas do parâmetro "Participação".	33
Gráfico 2 - Frequências absolutas do parâmetro "Interesse e Motivação".	34
Gráfico 3 - Frequências absolutas do parâmetro "Autonomia".	35

Lista de figuras

Figura 1 - Esquema explicativo de um ciclo de I-A.	14
Figura 2 - Colunas estratigráficas da ERV, com os estratos no interior das gavetas.	30

Lista de abreviaturas

AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
EOAJ	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR JOGOS
ERV	<i>ESCAPE ROOM VIRTUAL</i>
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
I-A	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO
IP	INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA
IPP-PES	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL, INCLUINDO A PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
SWOT	<i>STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES AND THREATS</i>

1. Introdução

O presente relatório de estágio enquadra-se na unidade curricular de “Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada” (FP5000) do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). Esta investigação consistiu na criação, implementação e avaliação de uma *Escape Room* Virtual (ERV) como recurso educativo no ensino do conceito de tempo geológico. E teve como propósito avaliar a eficácia dos jogos como metodologia de ensino no desenvolvimento de competências científicas e na motivação dos alunos para o estudo da geologia.

1.1. Contextualização e justificação da investigação

A compreensão da história da Terra, incluindo a noção de tempo geológico, é um dos conceitos fundamentais do ensino e da aprendizagem em geologia, sendo essencial para formar cidadãos capazes de interpretar o mundo natural e os seus processos. Contudo, a complexidade e a abstração inerentes a este conceito representam um desafio para os alunos, especialmente no ensino secundário, tornando-o num dos tópicos com maior prevalência de concepções alternativas (Czajka & McConnell, 2018; Francek, 2012; Guffey & Slater, 2020; James & Clark, 2006; Libarkin et al., 2005). Estas concepções resultam frequentemente da dificuldade em compreender a vasta escala temporal e a sucessão de eventos geológicos, que diferem substancialmente das noções de tempo quotidianas dos alunos (Cheek, 2011; Ribeiro & Orion, 2021).

A experiência da autora enquanto estagiária durante a Prática de Ensino Supervisionada (PES) reforçou a perceção da necessidade de repensar estratégias pedagógicas para abordar esta problemática. Embora os alunos ainda não tivessem estudado formalmente a escala do tempo geológico, a observação das dificuldades manifestadas noutros conceitos - como a compreensão de processos microscópicos, nomeadamente a fotossíntese e as biomoléculas - sugeriu que enfrentariam desafios semelhantes ao trabalhar escalas vastas e não diretamente observáveis. Durante a aplicação de metodologias mais tradicionais, como aulas expositivas e análise de esquemas ilustrativos, verificou-se que, embora os alunos demonstrassem uma compreensão superficial dos conteúdos, revelavam dificuldades na sua aplicação em contextos novos. Além disso, foi evidente que os alunos mostravam maior envolvimento e motivação quando participaram em atividades práticas, como a construção de modelos físicos e a utilização de simulações digitais. Estas observações estão alinhadas com a literatura,

que sugere que a aprendizagem ativa e os jogos são eficazes na melhoria do ensino de conceitos científicos abstratos (Freeman et al., 2014; Hartt, 2020).

Neste contexto, surgiu a presente investigação, que propôs a integração de uma ERV como recurso educativo, permitindo aos alunos explorar o conceito de tempo geológico de forma interativa e desafiante. A ERV, aliada ao Ensino Orientado para a Aprendizagem por Jogos (EOAJ), procurou preencher a lacuna entre o ensino tradicional e o contemporâneo, oferecendo uma experiência dinâmica que integrou estratégias como o recurso a jogos, o questionamento e o trabalho colaborativo. Estas opções metodológicas encontram suporte na literatura, que destaca o seu potencial para estimular o pensamento crítico e aumentar a motivação e a compreensão dos alunos (Clarke et al., 2017; Huang et al., 2020; Piernas et al., 2024).

A ERV foi concebida para incentivar a autonomia dos alunos, a tomada de decisões fundamentadas e o pensamento crítico, promovendo simultaneamente o trabalho colaborativo. Embora o grau de personalização da aprendizagem tenha sido limitado pelas características do recurso e pelo tempo disponível em sala de aula, a atividade permitiu um envolvimento dos alunos, em momentos de reflexão e discussão em grupo.

A recolha de dados permitiu avaliar o impacto da atividade não só na aprendizagem, mas também no interesse dos alunos, o que possibilitou ajustes que tornaram a experiência ainda mais eficaz e alinhada com as dificuldades e expectativas dos mesmos. Ainda assim, os dados recolhidos e as reflexões críticas geradas apontam possíveis melhorias adicionais.

Por fim, a literatura tem demonstrado que as tecnologias digitais podem desempenhar um papel crucial na superação das barreiras do ensino tradicional, promovendo a personalização da aprendizagem e tornando os conteúdos mais acessíveis (Guillaume et al., 2023; Bateman et al., 2022). No entanto, a sua integração no ensino continua a enfrentar desafios, como a carência de competências digitais por parte dos docentes, o que pode comprometer a eficácia destas metodologias (Smith & McNeal, 2023). Neste sentido, esta investigação reforça a importância da formação de professores capacitados para integrar recursos tecnológicos e digitais no ensino das ciências, promovendo competências como o pensamento crítico, criatividade e colaboração (Guerra et al., 2017; Hessler, 2024).

Justifica-se, assim, a pertinência deste estudo pela conjugação de dois fatores principais: i) a relevância do tema do tempo geológico, que é essencial para a promoção

da literacia científica¹ e para a compreensão da evolução do planeta; ii) a necessidade de inovação pedagógica, que responda às limitações dos métodos tradicionais de ensino, integrando estratégias que promovam a motivação, o espírito crítico e a participação ativa dos alunos.

1.2. Finalidade, questões e objetivos da investigação

A presente investigação teve como finalidade analisar a eficácia de recursos digitais, como a ERV, na construção de conhecimentos e na motivação e interesse dos alunos para o estudo da geologia. Assim, procurou-se por um lado, explorar a perceção dos alunos sobre o uso de tecnologias digitais e o seu impacto no interesse e motivação na aprendizagem em (geo)ciências, e por outro, avaliar o impacto da intervenção pedagógica (IP) no desenvolvimento de conhecimentos dos alunos sobre a história da Terra. Desta forma, foram estabelecidas duas questões de investigação (QI) que fundamentaram e guiaram a operacionalização da IP, permitindo analisar o impacto da metodologia de EOAJ em diferentes dimensões dos processos de ensino e, consequentemente, de aprendizagem. As QI da presente investigação encontram-se descritas na tabela 1.

Questões de Investigação	
QI1	Averiguar a perceção dos alunos sobre o uso de tecnologias digitais, como a ERV, e o seu impacto no interesse e motivação para aprendizagem em ciências, através de uma análise SWOT.
QI2	Avaliar o impacto do EOAJ no desenvolvimento de conhecimentos nos alunos sobre a história da Terra.

Tabela 1 - Questões de investigação da IP.

De acordo com a finalidade e as QI apresentadas, foram definidos objetivos de investigação estruturados em três categorias: educativos, científicos e profissionais.

Enquanto os objetivos pedagógicos e científicos se focam na aprendizagem dos alunos, os profissionais visam o desenvolvimento de competências da professora estagiária. Os objetivos da investigação encontram-se listados na tabela 2.

Tipologia	Objetivos
Educativos	- Facilitar a compreensão de conceitos abstratos relacionados com a escala do tempo geológico e a história da Terra; - Incentivar a utilização de metodologias e estratégias ativas, como a gamificação e as tecnologias digitais, para aumentar o interesse e a motivação dos alunos; - Promover o trabalho colaborativo, o pensamento crítico e criativo e o raciocínio lógico através de desafios educativos.

¹ A literacia científica refere-se à capacidade de um cidadão compreender e aplicar conhecimentos científicos, possibilitando a interpretação de fenómenos do mundo natural, a participação ativa na sociedade e a tomada de decisões fundamentadas sobre questões de ciência e tecnologia (OCDE, 2003; Reddy, 2021).

Científicos	• Relacionar o conceito de tempo geológico com a evolução da Terra, desenvolvendo competências de análise e interpretação de dados; • Explorar conceitos geológicos através de ferramentas tecnológicas e atividades práticas; • Relacionar evidências científicas com acontecimentos históricos da Terra, promovendo a literacia científica; • Avaliar o impacto das tecnologias digitais, como a ERV, no desenvolvimento de aprendizagens em geologia.
Profissionais	• Aperfeiçoar o planeamento e a implementação de recursos educativos baseados em tecnologia, no âmbito do EOAJ, em geologia; • Estimular uma prática docente crítica e reflexiva, avaliando a eficácia das metodologias e estratégias pedagógicas e o seu impacto na aprendizagem; • Desenvolver competências investigativas inerentes à educação em ciências.

Tabela 2 - Objetivos educativos, científicos e profissionais da IP.

A combinação das QI e objetivos de investigação forneceu uma base sólida para a implementação e avaliação da IP, orientando todas as fases da mesma e assegurando a coerência entre as estratégias e metodologias de ensino. A estruturação dos objetivos refletiu o compromisso com a promoção de aprendizagens de qualidade, o desenvolvimento de competências e a promoção de práticas docentes inovadoras e reflexivas.

2. Enquadramento educacional

O seguinte capítulo explora o enquadramento educacional da investigação e IP, analisando os fundamentos curriculares e pedagógicos do ensino da escala do tempo geológico no 10.º ano de Biologia e Geologia. Destaca-se a articulação entre os conteúdos, Aprendizagens Essenciais (AE) e competências para promover o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e colaborativo nos alunos.

2.1. Enquadramento curricular

O ensino da escala do tempo geológico no 10.º ano integra-se no domínio “Geologia e Métodos”, promovendo AE transversais como a sistematização de informações, a exploração de acontecimentos históricos e a interpretação de estudos experimentais (DGE, 2018). Estas aprendizagens são operacionalizadas por atividades práticas que integram os processos que moldaram a Terra ao longo do tempo. As AE específicas desta IP (tabela 3) incluíram a relação entre eventos geológicos e biológicos na construção da escala do tempo, datação relativa e absoluta, e aplicação de princípios geológicos como atualismo, catastrofismo e uniformitarismo (DGE, 2018). Estas, por sua vez, promoveram competências do PASEO, como pensamento crítico, resolução de problemas, o relacionamento interpessoal e domínio científico e tecnológico, essenciais para formar opiniões cientificamente fundamentadas (Martins et al., 2017).

Contextualização curricular Domínio: Geologia e Métodos
Aprendizagens Essenciais Transversais
• Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; • Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; • Interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes. • Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
(DGE, 2018, p. 4)
Aprendizagens Essenciais Específicas
• Utilizar princípios de raciocínio geológico (atualismo, catastrofismo e uniformitarismo) na interpretação de evidências de factos da história da Terra (sequências estratigráficas, fósseis, tipos de rochas e formas de relevo); • Interpretar evidências de mobilismo geológico com base na teoria da Tectónica de Placas (placa litosférica, limites divergentes, convergentes e transformantes/conservativos, rift e zona de subducção, dorsais e fossas oceânicas); • Distinguir processos de datação relativa de absoluta/radiométrica, identificando exemplos das suas potencialidades e limitações como métodos de investigação em Geologia;

Relacionar a construção da escala do tempo geológico com factos biológicos e geológicos da história da Terra.	(DGE, 2018, pp. 5-6)
Competências	
- Informação e comunicação; - Raciocínio e resolução de problemas; - Pensamento crítico e pensamento criativo; - Relacionamento interpessoal; - Desenvolvimento pessoal e autonomia; - Saber científico, técnico e tecnológico.	(DGE, 2018, p. 3)
Descritores	
B; C; D; E; F; I.	(DGE, 2018, p. 3)

Tabela 3 - Enquadramento curricular desta investigação.

Para além disso, o recurso principal desta IP, a ERV, alinou-se diretamente com os descritores de competências estabelecidos descritos na tabela anterior. A resolução de desafios e a aplicação de conceitos na ERV permitiu que os alunos desenvolvessem competências de comunicação, colaboração e raciocínio, essenciais para formar cidadãos ativos e participativos na sociedade.

2.2. O ensino da escala do tempo geológico

A escala do tempo geológico é um dos pilares fundamentais da geologia, permitindo organizar e interpretar os eventos da história da Terra com base em evidências científicas como os fósseis, os princípios estratigráficos e as datações radiométricas. Esta estrutura cronológica permite compreender os processos que moldaram o planeta ao longo de milhões ou milhares de milhões de anos, sustentando-se nos princípios do raciocínio geológico. No entanto, a compreensão desta escala por parte dos alunos revela-se desafiante, devido à sua natureza abstrata, à vastidão temporal envolvida e à dificuldade em relacionar eventos geológicos com referências temporais do quotidiano. Estas dificuldades podem dar origem a conceções alternativas, como a confusão entre datação relativa e absoluta, ou a ideia de que os acontecimentos geológicos ocorreram de forma simultânea ou numa ordem imprecisa (Czajka & McConnell, 2018; Ribeiro & Orion, 2021; Ribeiro & Vasconcelos, 2025).

Para ultrapassar estas dificuldades, vários estudos sugerem o uso de estratégias que aproximem a teoria da prática, como a construção de linhas do tempo interativas, a análise de fósseis, a leitura de mapas geológicos ou as saídas de campo, que contribuem para o desenvolvimento de competências científicas (Kreager et al., 2023). A estas estratégias junta-se, cada vez mais, o uso de jogos e de tecnologias digitais

interativas, incluindo realidade aumentada e virtual, que demonstram um impacto positivo na motivação, na compreensão de conceitos complexos e na perceção das dimensões espaciais e temporais dos processos geológicos (Wagstaffe, 2024; Guillaume et al., 2023). Recursos como plataformas digitais e modelos 3D revelam-se também ferramentas dinâmicas e eficazes para tornar o ensino mais acessível e envolvente (Bateman et al., 2022).

Neste contexto, as ERV emergem como recursos promissores no EOAJ, promovendo o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho colaborativo, e sendo eficazes tanto em contextos presenciais como híbridos ou à distância (Clarke et al., 2017; Huang et al., 2020; Piernas et al., 2024). Esta investigação, ao desenvolver uma ERV para o ensino do tempo geológico, procurou criar um recurso alinhado com as AE e sustentado em tecnologias digitais, de modo a facilitar a compreensão de conteúdos e preparar os alunos para desafios interdisciplinares e reais.

A abordagem ao tempo geológico exige, por parte dos alunos, uma mudança cognitiva exigente: abandonar escalas temporais humanas e pensar em milhões ou milhares de milhões de anos (Dodick & Orion, 2003). Esta transição, nem sempre intuitiva, pode ser facilitada através de contextos narrativos e situações-problema, como os que caracterizam as ERV. Nestes ambientes, os alunos são chamados a tomar decisões, resolver enigmas e aplicar conhecimentos de forma ativa, promovendo uma aprendizagem mais eficaz (Wrigley & Giammatteo, 2023).

Além disso, a estrutura sequencial e progressiva da *Escape Room*, com momentos de *feedback* imediato (como o desbloqueio de códigos), contribui para manter o foco e a motivação dos alunos ao longo da atividade. Por tudo isto, a utilização de uma ERV no ensino da escala do tempo geológico apresenta-se como um recurso didático eficaz, que alia a motivação à compreensão dos conteúdos, e promove o desenvolvimento de competências essenciais nos alunos (Huang et al., 2020; Kreager et al., 2023).

3. Metodologia de ensino

No próximo capítulo, será analisada a metodologia de ensino utilizada nesta IP, o EOAJ, integrado numa perspetiva de Ensino Orientado para Aprendizagem por Investigação (EOAI). Será explorado o seu potencial para tornar o ensino da escala do tempo geológico mais interativo e motivador, bem como as estratégias de ensino adotadas, como a utilização de jogos, o questionamento e o trabalho colaborativo, que sustentaram a implementação da ERV como recurso educativo central.

3.1. Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Jogos

A educação contemporânea enfrenta desafios constantes para se adaptar às transformações tecnológicas e sociais, exigindo metodologias que tornem o ensino mais envolvente e próximo da realidade dos alunos (Alarcón et al., 2021; Wang et al., 2023). Por isso, a presente investigação utilizou a metodologia de EOAJ enquadrada numa perspetiva de EOAI, descrito na literatura internacional como *Inquiry-based Teaching/Learning*.

O EOAJ constituiu o foco central desta intervenção, explorando o potencial educativo dos jogos para o ensino da geologia. Através dos jogos educativos, promoveu-se um ensino mais dinâmico, interativo e motivador, integrando desafios e enigmas que estimulam a curiosidade dos alunos e os incentivaram a aplicar os seus conhecimentos científicos de forma prática (Crandall, 2015; Fonseca et al., 2023; Schrader, 2023). Neste caso, a ERV personificou os princípios desta metodologia ao incorporar os conteúdos científicos em desafios progressivos (Barros et al., 2012; Miller, 2014).

Por outro lado, o EOAI proporcionou um enquadramento metodológico mais amplo, estruturando o ensino através de princípios investigativos. Esta perspetiva valoriza a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem, incentivando-os a formular hipóteses, realizar observações, testar ideias e interpretar resultados com base em evidências concretas (Oliver et al., 2021; Urdanivia et al., 2023). No contexto desta investigação, a ERV assumiu um papel fundamental ao integrar elementos que estimulam a curiosidade científica e a resolução de problemas, permitindo que os alunos experimentassem o método científico de forma interativa (Lampropoulos et al., 2022).

A integração do EOAJ e do EOAI oferece múltiplos benefícios, nomeadamente no desenvolvimento de competências do século XXI, como o pensamento crítico e criativo e a colaboração (Hwang et al., 2015; Shenkoya & Kim, 2023). Além disso, ambas as

contribuem para a diferenciação pedagógica, permitindo que os alunos avancem ao seu próprio ritmo e desenvolvam autonomia no processo de aprendizagem (Whitton, 2018).

Contudo, a aplicação destas metodologias também apresenta desafios e limitações. Em primeiro lugar, a implementação de jogos educativos e investigações guiadas exige um planeamento rigoroso e um maior investimento de tempo e recursos para garantir que os conteúdos científicos são trabalhados de forma eficaz (Plass et al., 2015). Outro desafio prende-se com a necessidade de formação dos professores, uma vez que nem todos os docentes estão familiarizados com este tipo de estratégias e metodologias, o que pode comprometer a sua eficácia na aprendizagem (Deterding, 2012; Foster & Shah, 2020; Jääskä & Aaltonen, 2022).

Além disso, embora o EOAJ seja eficaz na motivação dos alunos, existe o risco de que o foco na mecânica do jogo se sobreponha ao conteúdo científico, tornando-se essencial garantir um equilíbrio entre o aspeto “lúdico” e os objetivos pedagógicos (Arnab et al., 2015). Por outro lado, o EOAI pode ser desafiante para alunos menos autónomos, que podem ter dificuldades em estruturar o seu pensamento investigativo sem um acompanhamento mais direto (Richison et al., 2017).

Para mitigar estas limitações, a ERV foi concebida com objetivos de aprendizagem bem definidos, garantindo que a experiência não só aumenta a motivação, mas também promove a construção de conhecimento científico (Fonseca et al., 2023). Ademais, a sua aplicação foi acompanhada por avaliação contínua, permitindo ajustes que tornem o recurso mais eficaz e acessível a todos os alunos. Assim, a conjugação do EOAJ e do EOAI na presente investigação visou potenciar a aprendizagem do tempo geológico de forma interativa, assegurando que os alunos não compreendem apenas os conceitos científicos, mas desenvolvem competências essenciais para a sua formação pessoal e profissional.

3.2. Estratégias de ensino

As estratégias de ensino delineadas para esta IP foram selecionadas de forma a criar um ambiente de aprendizagem imersivo, dinâmico e colaborativo, que estimule a motivação dos alunos e facilite a construção de conhecimentos sobre o tempo geológico e a história da Terra. Estas estratégias – os jogos, o questionamento e o trabalho colaborativo – foram integradas na implementação da ERV, funcionando de forma interligada para alcançar os objetivos educativos, profissionais e científicos (tabela 2) da IP.

3.2.1. Jogos educativos

O recurso a jogos educativos foi a estratégia fundamental desta IP, facilitando a compreensão de conceitos geológicos abstratos e complexos, como os associados à escala do tempo geológico, através de uma intervenção dinâmica que articula o conhecimento teórico à sua aplicação prática em contextos fictícios e desafiantes (Lampropoulos et al., 2023; Miao et al., 2022).

A estratégia adotada assentou na integração de elementos característicos dos jogos, como desafios, enigmas, recompensas, *feedback* e objetivos, de forma a criar um ambiente de aprendizagem envolvente. Estes elementos reforçam não só a motivação intrínseca dos alunos, como promovem o desenvolvimento de competências como a resolução de problemas e pensamento crítico e incentiva a participação ativa e colaborativa (Deterding et al., 2011; Hwang et al., 2015; Miller, 2014; Teixeira & Vasconcelos, 2024).

A ERV aplicada nesta IP representa um exemplo claro da implementação desta estratégia. Estruturada em desafios progressivos distribuídos por três Eras geológicas a atividade colocou os alunos perante obstáculos sequenciais que exigiam a mobilização de conhecimentos prévios e a sua aplicação prática (Crandall et al., 2015; Fonseca et al., 2023). Além disso, a estrutura sequencial dos desafios favoreceu a diferenciação pedagógica, permitindo que os alunos avançassem ao seu ritmo, respeitando diferentes ritmos de aprendizagem (Whitton, 2018). A interatividade do recurso ajudou a manter o foco e o envolvimento durante toda a atividade, reduzindo a ansiedade associada ao erro e promovendo uma aprendizagem baseada na experiência e na superação progressiva (Arnab et al., 2015; Hartt et al., 2020; Piernas et al., 2024).

3.2.2. Questionamento

O questionamento foi, igualmente, uma estratégia central nesta intervenção, promovendo o pensamento crítico e a compreensão dos conteúdos. Através de questões direcionadas, procurou-se incentivar a reflexão, a análise e a exploração conceptual, contribuindo para uma aprendizagem ativa, participativa e eficaz (Barros et al., 2012).

No contexto da IP, o questionamento foi integrado de forma transversal, com especial destaque na ERV, onde surgiu sob diversas formas: desde enigmas a perguntas inseridas nos desafios digitais e no guião de exploração. Estas questões exigiam aos alunos não só a aplicação de conhecimentos, mas também a mobilização de explicações fundamentadas, raciocínio crítico e criatividade, indo além da simples

memorização. Foram particularmente valorizadas as questões abertas e orientadoras, que guiaram os alunos na formulação de hipóteses, na resolução de problemas e na identificação de padrões, despertando a curiosidade e promovendo o desenvolvimento da autonomia (Gillies, 2022; Pinto et al., 2016).

Além disso, o questionamento serviu como ferramenta de avaliação formativa, pois as respostas dos alunos forneceram dados importantes sobre o seu nível de compreensão, permitindo ajustar a atividade às suas necessidades e promover um ensino mais personalizado. Esta estratégia também estimulou competências transversais, como a argumentação, comunicação e trabalho colaborativo. Durante a interação em grupo, os alunos partilharam ideias, discutiram perspetivas e encontraram soluções conjuntas, fortalecendo tanto os conhecimentos científicos quanto competências socio-afetivas fundamentais (Alexander, 2018).

3.2.3. Trabalho Colaborativo

O trabalho colaborativo foi uma estratégia transversal neste projeto, desempenhando um papel central na dinâmica da ERV. A organização dos alunos em pequenos grupos permitiu fomentar a colaboração na resolução de desafios e enigmas, incentivando a partilha de ideias, a divisão de tarefas e o apoio mútuo entre os elementos do grupo. Esta estratégia reforçou não só a interação social, mas também o desenvolvimento de competências interpessoais e comunicativas, essenciais para o sucesso escolar e profissional (Gillies, 2022).

Fundamentado nos princípios das teorias socioconstrutivistas da aprendizagem, o trabalho colaborativo promove um ambiente em que o conhecimento é construído de forma coletiva e eficaz (Fan et al., 2024). A troca de perspetivas, a negociação e o confronto construtivo de ideias contribuem para uma aprendizagem mais profunda e contextualizada, favorecendo a internalização de conceitos complexos (Fischer et al., 2002). Ao trabalharem em conjunto, os alunos não só consolidaram os conteúdos científicos, como também exercitaram competências de pensamento crítico e argumentação (Alexander, 2018).

Durante a IP, os grupos enfrentaram desafios que exigem coordenação, desenvolvendo competências de resolução de problemas em equipa e preparando-os para situações reais do dia-a-dia onde a colaboração é indispensável (Johnson et al., 2014).

4. Metodologia de investigação

A I-A foi selecionada para esta IP pela sua natureza cíclica, participativa e reflexiva, alinhando-se com as QI descritas na tabela 1. A QI1 pretendeu investigar a perceção dos alunos sobre o uso de tecnologias digitais no ensino, utilizando o relatório *snapshot*, o guião de entrevista e a grelha de observação para avaliar o conforto, a motivação e o impacto dessas tecnologias no ensino da geologia. Já a QI2 analisou o impacto da metodologia de EOAJ no desenvolvimento de conhecimentos sobre o tempo geológico, recorrendo ao teste como principal fonte de dados. Estas QI foram articuladas em todas as etapas da I-A, permitindo uma adaptação contínua dos métodos pedagógicos às necessidades do contexto educativo, enriquecendo a aprendizagem e promovendo uma avaliação e validação rigorosa da ERV enquanto recurso educativo fundamental desta IP.

4.1. Classificação da metodologia

A presente intervenção adotou a I-A como metodologia de investigação, reconhecida pela sua natureza participativa e cíclica. Focada na resolução de problemas práticos e na melhoria contínua das práticas educativas, esta metodologia permite ao professor-investigador atuar de forma integrada no planeamento, implementação, observação e reflexão sobre a prática docente, sendo, por isso, amplamente utilizada em contextos educativos (Traqueia et al., 2021).

A I-A se estrutura em quatro fases interligadas (Figura 1): planeamento, ação, observação e reflexão, formando um ciclo contínuo de aprendizagem e aperfeiçoamento (Coutinho et al., 2009). No entanto, embora a I-A idealmente envolva múltiplos ciclos, o período de realização da PES, com duração de um ano letivo, apenas permitiu a concretização de um ciclo completo. Assim, este primeiro ciclo foi planeado para incluir todas as fases descritas, desde o planeamento e execução da intervenção até à análise e reflexão sobre os resultados obtidos. Caso fosse possível um segundo ciclo, seriam incorporados ajustes com base nas dificuldades identificadas, bem como outras sugestões dos alunos, o que permitiria a reformulação dos desafios da ERV, a melhoria das instruções e a melhoria da interatividade (Coutinho et al., 2009; Traqueia et al., 2021).

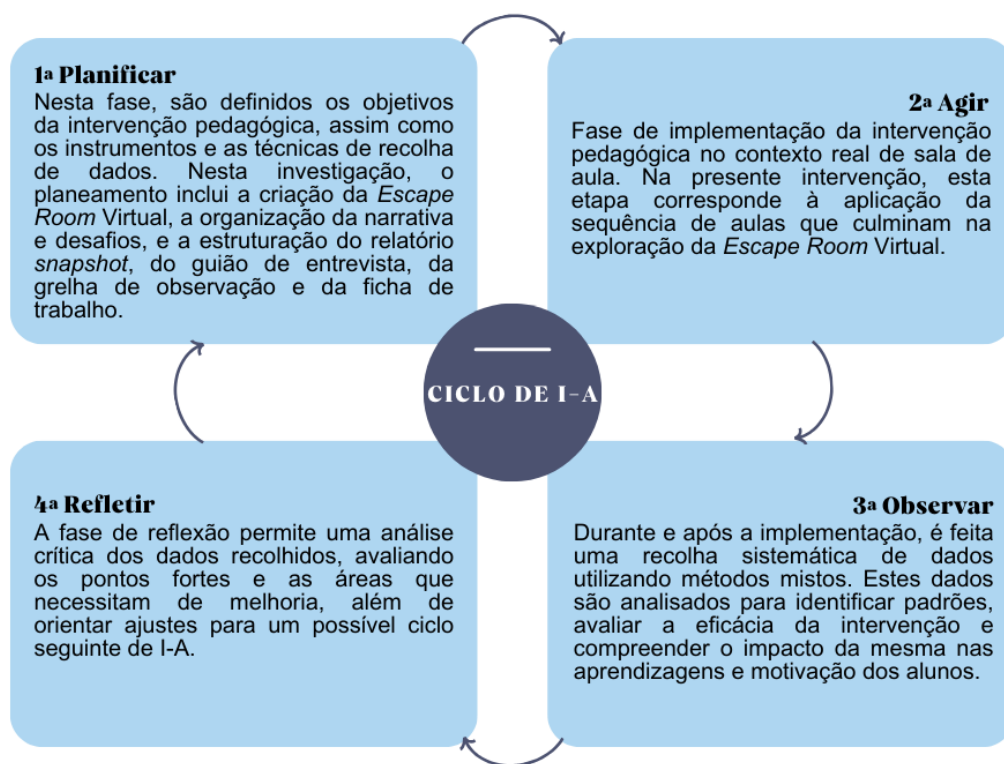


Figura 1 - Esquema explicativo de um ciclo de I-A.

A I-A no presente estudo recorreu a uma combinação de métodos quantitativos e qualitativos. Os dados quantitativos foram recolhidos através do teste e das respostas em escala de Likert do relatório *snapshot*, sendo analisados estatisticamente com o recurso ao *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS, versão 30). Paralelamente, os dados qualitativos – provenientes das entrevistas, das questões abertas do relatório *snapshot* e das grelhas de observação – foram analisados com recurso ao NVivo (versão 15) nos dois primeiros casos, e ao SPSS, no caso das grelhas, permitindo uma compreensão mais profunda das perceções, comportamentos e experiências dos alunos. Apesar da articulação entre métodos, a investigação apresentou um enfoque mais qualitativo, dada a relevância atribuída à exploração das vivências dos participantes.

Neste processo, a professora-investigadora desempenhou um papel central, assumindo simultaneamente as funções de docente e investigadora. Esta dupla função permitiu uma observação detalhada do contexto educativo, enquanto possibilitou a implementação de intervenções alinhadas com as necessidades dos alunos. Além disso, a reflexão contínua sobre os resultados e processos foi essencial para ajustar as práticas pedagógicas e melhorar a sua eficácia ao longo da investigação (Coutinho et al., 2009; Traqueia et al., 2021).

Apesar das suas vantagens, a I-A também apresenta limitações. Uma das principais dificuldades prende-se com o facto de os resultados não serem facilmente generalizáveis, uma vez que a abordagem se centra num contexto específico e num número reduzido de participantes. Além disso, a participação ativa do professor-investigador pode introduzir viés na recolha e análise dos dados (Oliveira, 2023). Ainda assim, a escolha da I-A justificou-se pela sua capacidade de adaptar estratégias pedagógicas em tempo real, assegurando que a implementação da ERV se ajustou às dificuldades e necessidades dos alunos. Além disso, esta metodologia alinou-se com o objetivo de desenvolver uma prática docente reflexiva, essencial para o professor do século XXI, promovendo uma análise crítica e uma melhoria contínua das estratégias utilizadas (Coutinho et al., 2009).

4.2. Caracterização da amostra

A amostra de conveniência deste estudo era composta por 23 alunos (n=23) do 10.º ano de uma escola básica e secundária no centro do Porto, conforme caracterizado na tabela 4. A amostra incluiu uma turma de 23 alunos do 10.º ano, com 11 raparigas (n=11; 47,8%) e 12 rapazes (n=12; 52,2%). A maioria era de nacionalidade portuguesa (n=21; 91,3%), enquanto dois alunos eram do Brasil e do Irão. Um aluno (n=1; 4,3%) não dominava o português como língua materna, outro (n=1; 4,3%) tinha Necessidades Educativas Especiais (NEE), e quatro (n=4; 17,4%) estavam inscritos na UAARE (Unidade de Apoio ao Alto Rendimento na Escola), conciliando os estudos com o desporto de alto rendimento.

Dados Demográficos		n	%
Sexo	Feminino	11	47,8
	Masculino	12	52,2
Nacionalidade	Portuguesa	21	91,3
	Brasileira	1	4,3
	Iraniana	1	4,3
Idade	Média	15,5	
	Desvio-Padrão	0,59	
	Mínimo	15	
	Máximo	17	

Tabela 4 - Caracterização da amostra participante.

Esta foi uma amostra de conveniência, portanto, não probabilística e não representativa da população. Contudo, os resultados forneceram indicadores relevantes para reflexão

sobre práticas pedagógicas e metodologias no ensino da geologia. De salientar que amostra participante no estudo esteve dependente da obtenção dos consentimentos e assentimentos informados dos encarregados de educação e alunos da turma.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados desta IP foi realizada através de três técnicas principais, descritas nas secções seguintes: a observação (com o apoio de uma grelha de observação) (Apêndice 1), o inquérito (por meio do relatório *snapshot* e de entrevistas semiestruturadas) (Apêndices 2 e 3), e a testagem (através do teste) (Apêndice 4). Para cada uma destas técnicas, foram construídos instrumentos específicos com o objetivo de avaliar a implementação e o impacto da ERV na aprendizagem dos conteúdos selecionados da geologia e também na motivação, interesse e envolvimento dos alunos. Estas técnicas complementaram-se, combinando métodos qualitativos e quantitativos, assegurando uma análise mais robusta e diversificada dos dados.

4.3.1. Observação

A observação foi a primeira técnica de recolha de dados a ser implementada do ponto de vista da sequência didática (SD). Enquadrada com a QI1, surgiu como um complemento à abordagem qualitativa adotada. Esta técnica permitiu recolher informações diretas sobre o comportamento e o envolvimento dos alunos durante a realização da ERV, oferecendo uma perspetiva mais imediata e contextualizada do processo de aprendizagem. A sua inclusão resultou da constatação de que, por vezes, existe um desfazamento entre a perceção que os alunos têm do seu próprio desempenho e os comportamentos efetivamente demonstrados em sala de aula. Com efeito, previa-se que alguns alunos pudessem autoavaliar-se positivamente em instrumentos como o relatório *snapshot*, mas nem sempre revelassem uma postura coerente com essa perceção durante a atividade. Esta suposição viria a confirmar-se após a análise das respostas ao relatório *snapshot*, onde nenhum aluno selecionou os níveis 1 ou 2 da escala de Likert relativamente ao: Conforto, Interesse, Motivação e vontade de Participar no Futuro. No entanto, os dados recolhidos através da observação evidenciaram a presença de alguns alunos pouco envolvidos e participativos, sinalizada pela atribuição de níveis baixos em determinados parâmetros por parte dos observadores.

A observação decorreu em dois formatos distintos: observação participante, realizada pela professora estagiária (autora do presente relatório), e observação não participante,

conduzida por dois colegas de estágio e pela professora cooperante. Esta estratégia visou reforçar a fiabilidade dos dados através da triangulação de olhares.

Como instrumento de recolha de dados, foi elaborada uma grelha de observação (Apêndice 1), composta por três parâmetros principais: Participação; Interesse e Motivação; e Autonomia. Cada parâmetro foi avaliado segundo uma escala ordinal de três níveis (1 – baixo, 2 – médio, 3 – elevado), permitindo uma apreciação sistemática e comparável dos comportamentos dos alunos. A observação teve lugar durante a segunda aula da SD, quando os alunos realizavam a ERV, sendo registados os comportamentos observados em tempo real.

4.3.2. Inquérito por *snapshot* e entrevista

O relatório *snapshot* (Apêndice 2) foi aplicado imediatamente após o fim da ERV, permitindo captar as perceções imediatas dos alunos após a realização da mesma. Este relatório foi constituído por quatro itens em escala de Likert e por duas questões abertas. Os quatro itens de Likert, com cinco níveis de concordância, avaliaram o conforto dos alunos na utilização de tecnologias digitais, o impacto da ERV na motivação e no interesse pelos conteúdos, bem como a receptividade a atividades semelhantes no futuro, em consonância com a QI1 (tabela 1). As questões abertas permitiram aos alunos refletir sobre diferentes aspetos da experiência, como o design da atividade, os desafios enfrentados ou sugestões de melhoria.

As respostas ao relatório *snapshot* foram analisadas de forma qualitativa e quantitativa e foram posteriormente cruzadas com os resultados da testagem (pós-teste e re-teste), para apoiar a seleção dos participantes das entrevistas semiestruturadas. Essa seleção seguiu os seguintes critérios: dois alunos com maior subida de desempenho, dois com maior descida, e um aluno cuja classificação se manteve entre os dois momentos. Em caso de empate, priorizou-se o aluno com maior riqueza e diversidade nas respostas abertas do *snapshot*.

O inquérito por entrevista, enquadrado na análise qualitativa da investigação, constituiu a última etapa da recolha de dados e teve como objetivo aprofundar as perceções dos alunos sobre a ERV. As entrevistas foram conduzidas com base num guião semiestruturado (Apêndice 3) que permitiu realizar uma análise SWOT (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças). Como se detalha na tabela 5, o guião abrangeu várias dimensões da experiência dos alunos, incluindo os aspetos mais eficazes da atividade, os principais obstáculos sentidos, sugestões de melhoria e fatores que possam ter comprometido a eficácia da implementação (Coutinho et al., 2009).

Dimensões	Questões	Objetivos das Questões
Forças (Strengths)	1. Quais foram os aspetos da atividade que consideraste mais eficazes para a aprendizagem nesta temática?	Identificar os elementos da ERV que os alunos consideraram mais relevantes e cativantes durante a realização da atividade.
	2. Em que medida a atividade ajudou na compreensão dos conteúdos?	Avaliar o impacto da experiência na consolidação das aprendizagens.
Fraquezas (Weaknesses)	3. Quais foram os principais obstáculos sentidos durante a atividade?	Identificar os desafios que os alunos enfrentaram durante a realização da ERV, focando nos constrangimentos que podem ter prejudicado a aprendizagem ou dificultado a progressão na atividade.
	4. Sentiste alguma dificuldade no entendimento dos desafios ou no uso da tecnologia durante a mesma?	Avaliar as dificuldades dos alunos relacionadas ao uso da plataforma digital e à compreensão dos desafios.
Oportunidades (Opportunities)	5. De que forma a atividade poderia ser melhorada? Indica três sugestões.	Recolher sugestões sobre possíveis melhorias que otimizem o impacto da ERV na aprendizagem, promovendo o desenvolvimento contínuo da mesma com base nas necessidades e preferências dos participantes.
	6. Sugeres outras ferramentas digitais ou desafios que poderiam enriquecer a experiência?	Explorar ideias para incorporar novas tecnologias ou desafios que possam intensificar a interatividade e o envolvimento na ERV.
Ameaças (Threats)	7. Indica fatores que podem reduzir a eficácia da atividade, como questões técnicas ou falta de interesse.	Identificar possíveis obstáculos externos que possam comprometer a eficácia da atividade, para que sejam colmatados em futuras implementações.

Tabela 5 - Descrição do guião de entrevista desta investigação.

As entrevistas foram gravadas para posterior transcrição e categorização, e permitiram não só avaliar a perceção dos alunos relativamente à eficácia da ERV, como também forneceram informações importantes para a sua futura otimização. Os dados recolhidos ajudaram a identificar aspetos a melhorar em próximos ciclos de I-A, contribuindo para um ensino mais alinhado com as necessidades e preferências dos alunos.

4.3.3. Testagem

A testagem foi a principal técnica de recolha de dados quantitativa e foi realizada após o inquérito por *snapshot*, na última aula da IP, foi concebida com base nas AE abordadas na ERV. Optou-se pela aplicação de um pós-teste imediatamente após a intervenção e de um re-teste duas semanas depois, com o objetivo de avaliar a retenção de conhecimentos a médio prazo (Apêndice 4). Por uma questão de conforto e para evitar

associações à avaliação formal, o instrumento foi intencionalmente designado como “ficha de trabalho”, de forma a reduzir a pressão sentida pelos alunos (Coutinho, 2013).

O teste estava organizado em três grandes grupos de questões, correspondentes às Eras geológicas abordadas na ERV: Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico. Cada grupo incluía itens específicos sobre os conteúdos explorados em cada fase da atividade, permitindo uma avaliação segmentada e coerente com a estrutura do recurso educativo. Foram utilizados formatos de resposta variados – como escolha múltipla, associação, ordenação e resposta aberta – com o objetivo de avaliar não só o desenvolvimento de conhecimentos, mas também a capacidade de aplicar conceitos geológicos em diferentes contextos. Este instrumento foi concebido em alinhamento com a QI2 (tabela 1), contribuindo para a análise do impacto da ERV na consolidação e retenção das aprendizagens.

Os resultados obtidos no teste foram posteriormente cruzados com os dados recolhidos no relatório *snapshot* e serviram também como critério para a seleção dos alunos participantes nas entrevistas semiestruturadas.

4.3.4. Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

A validade de um instrumento de recolha de dados refere-se à sua capacidade de medir com precisão o fenómeno em estudo, garantindo resultados relevantes, representativos e alinhados com os objetivos da investigação. A fidelidade, por sua vez, diz respeito à consistência dos resultados obtidos em diferentes aplicações, assegurando que as variações observadas se devem a diferenças reais no fenómeno investigado e não a falhas do próprio instrumento (Coutinho, 2013; Mills & Gay, 2019).

Nesta investigação, a validação e a garantia de fidelidade foram asseguradas através de um processo rigoroso de construção, revisão da literatura e validação de conteúdo. Os quatro instrumentos utilizados – relatório *snapshot*, guião de entrevista, ficha de trabalho e grelha de observação – foram analisados por três especialistas na área, incluindo a professora cooperante da IPP-PES e dois doutorados em Educação em Ciências. Esta revisão teve como objetivo avaliar a clareza, pertinência e adequação dos instrumentos ao contexto educativo e às finalidades da investigação.

O suporte teórico retirado da literatura especializada, aliado à análise preliminar dos instrumentos, permitiu eliminar ambiguidades e assegurar que estes captavam, de forma precisa e consistente, as perceções, aprendizagens e níveis de motivação dos alunos.

4.4. Técnicas de tratamento de dados

As técnicas de tratamento de dados nesta investigação seguem a combinação de métodos qualitativa e quantitativa descrita anteriormente, combinando a análise de conteúdo e a estatística descritiva. A análise de conteúdo, realizada com o apoio do *software* NVivo (versão 15), foi aplicada às respostas abertas do relatório *snapshot* e ao guião de entrevista, permitindo identificar padrões, categorias e tendências nas perceções e experiências dos alunos.

No caso das entrevistas, foi realizada uma análise SWOT ao recurso educativo, com base nas respostas dos alunos. A categorização seguiu quatro dimensões principais: Forças/*Strengths* (S), correspondendo aos aspetos que correram bem durante a implementação da ERV; Fraquezas/*Weaknesses* (W), relativos aos elementos menos conseguidos, mas dependentes da intervenção docente e suscetíveis de melhoria; Oportunidades/*Opportunities* (O), que dizem respeito a sugestões de melhoria propostas pelos alunos e que podem ser consideradas em futuras versões do recurso; e Ameaças/*Threats* (T), associadas a fatores externos à intervenção que comprometeram a eficácia da atividade. Esta análise permitiu identificar elementos a melhorar e ajustar o recurso educativo, preparando-o para um segundo ciclo de I-A.

A grelha de categorização foi construída à *priori* com base nos objetivos da análise, sendo posteriormente ajustada em função das respostas efetivamente recolhidas nas entrevistas. Na tabela 6 apresenta-se a grelha de categorização das entrevistas com base nestes parâmetros.

Dimensão	Categoria	Subcategoria	Código
I. Forças (Strengths)	1. Trabalho em grupo;	I1. Colaboração e apoio entre pares durante a atividade;	S1
	2. Carácter prático da atividade;	I2. Permitiu uma aprendizagem mais ativa e menos centrada na teoria;	S2
	3. Uso da tecnologia;	I3. Considerado motivador e facilitador da compreensão dos conteúdos;	S3
	4. Atividades concretas;	I4. A manipulação de materiais facilitou o entendimento;	S4
	5. Interatividade e estímulo ao empenho;	I5. A resolução de enigmas exigiu maior empenho, interesse e envolvimento;	S5
II. Fraquezas (Weaknesses)	1. Dinâmica de grupo;	II1. Desequilíbrio na distribuição de tarefas;	W1
	2. Preparação prévia;	II2. Dificuldade com algumas questões e desafios por falta de conhecimentos prévios;	W2
	3. Tempo insuficiente;	II3. Falta de tempo para completar todos os desafios;	W3
	4. Barreira linguística;	II4. Dificuldade de compreensão por parte de alunos não nativos;	W4
	5. Intervenção docente;	II5. Apoio excessivo reduziu o desafio e a autonomia dos alunos;	W5

III. Oportunidades (Opportunities)	1. Organização dos grupos;	III1. Atribuição de funções específicas e maior equilíbrio;	O1
	2. Inclusão de momentos de consolidação;	III2. Proposta de <i>quizzes</i> finais para reforçar e avaliar a aprendizagem;	O2
	3. Integração de novas ferramentas digitais;	III3. Sugestão de simulações ou jogos de alteração ambiental;	O3
	4. Formato da atividade;	III4.1. Preferência pelo meio físico; III4.2. Preferência pelo meio digital; III4.3. Estrutura híbrida com melhor articulação físico/digital;	O4.1 O4.2 O4.3
IV. Ameaças (Threats)	1. Limitações técnicas;	IV1. Falhas de conexão, lentidão dos dispositivos, perda de progresso;	T1
	2. Falta de envolvimento.	IV2. Falta de interesse dos pares compromete o envolvimento de quem quer participar.	T2

Tabela 6 - Grelha de categorização e codificação das entrevistas.

A análise dos dados das entrevistas seguiu o modelo SWOT, sendo os resultados apresentados por categoria, de modo a identificar o que funcionou bem, o que pode ser melhorado e quais os constrangimentos que impactaram a implementação da ERV. A distinção entre forças, fraquezas e oportunidades seguiu um princípio claro: se algo foi experienciado positivamente durante a atividade está codificado como força; no entanto, se foi experienciado negativamente durante a atividade e pode ser diretamente ajustado pela professora estagiária, então foi classificado como fraqueza; se, por outro lado, se trata de uma sugestão de melhoria para o futuro, foi considerada oportunidade. As ameaças dizem respeito a fatores externos ao controlo da professora estagiária. Esta estratégia de codificação permitiu evitar redundâncias e clarificar a origem e o impacto de cada contributo.

É importante referir também que as categorias e subcategorias foram definidas com um certo grau de especificidade, o que pode dificultar a codificação de respostas mais vagas. No entanto, num contexto de análise qualitativa aprofundada com poucos participantes, esta opção mostrou-se pertinente, pois permitiu captar nuances e interpretações individuais com mais precisão, respeitando a complexidade de cada voz.

Paralelamente, a análise estatística descritiva, conduzida com o *software* SPSS (versão 30), tratou os dados quantitativos provenientes dos itens em escala de Likert do relatório *snapshot* e dos resultados do pós-teste e re-teste, identificando médias, desvios padrão e variações nos desempenhos individuais e coletivos.

Apesar de a observação constituir uma técnica qualitativa, os dados recolhidos através da grelha de observação foram igualmente tratados de forma descritiva no SPSS, com cálculo de médias e desvios padrão para cada parâmetro (Participação, Interesse e

Motivação, Autonomia) e por cada observador. O que permitiu detetar padrões de comportamento e comparar perceções entre observadores.

Com o objetivo de assegurar a consistência e a fiabilidade dos dados obtidos, foi implementado um processo de verificação de concordância entre os observadores, tendo como referência uma taxa de concordância superior a 70% como indicador aceitável de fiabilidade (Krippendorff, 2019). Todos os elementos envolvidos na observação foram previamente orientados quanto aos parâmetros a avaliar e aos critérios de classificação, garantindo uma interpretação comum. Após a recolha dos dados, foi promovida uma reunião, na qual foram discutidas possíveis discrepâncias e interpretações, de forma a uniformizar a aplicação dos critérios.

Esta combinação de métodos de tratamento de dados enriquece a análise global, permitindo não só avaliar a eficácia do recurso educativo, mas também identificar áreas de melhoria para futuras implementações e ciclos subsequentes de I-A (Coutinho, 2013).

4.5. Questões de ética

Esta investigação seguiu os princípios éticos fundamentais da investigação em ciências sociais, especialmente por envolver menores. Foram obtidos os consentimentos informados dos encarregados de educação e assentimentos dos alunos, garantindo a sua participação voluntária, anónima e confidencial. Os instrumentos de recolha de dados foram aplicados em contexto de aula, sendo as respostas analisadas apenas com a autorização dos participantes e seus representantes legais.

Com o intuito de assegurar o rigor ético da investigação, foi submetido um pedido de parecer à Comissão de Ética da FCUP, tendo este sido aprovado (Proc. CE2024/p175) (Anexo 1). Os dados recolhidos foram utilizados exclusivamente para avaliar a eficácia da IP e o impacto do recurso educativo na aprendizagem, sem influenciar a avaliação final dos alunos.

5. Intervenção pedagógica

A IP proposta focou-se na implementação de uma ERV como recurso educativo para o ensino da geologia, com ênfase na escala do tempo geológico. Integrada na metodologia EOAJ, a ERV pretendia promover aprendizagens ativas e contextualizadas. A SD subjacente à IP utilizou estratégias como jogos, o questionamento e o trabalho colaborativo para criar uma experiência educativa envolvente e eficaz (Cohen et al., 2017; Lampropoulos et al., 2023). As próximas secções detalham a organização da IP, incluindo a SD (Apêndice 5), os recursos educativos e as dinâmicas para o desenvolvimento de conhecimentos e outras competências. A IP integrava os conteúdos do currículo de Biologia e Geologia do 10.º ano em atividades que aplicam conceitos científicos, promovendo o envolvimento dos alunos e o desenvolvimento do pensamento crítico, da colaboração e da criatividade. A ERV ofereceu uma aprendizagem interativa e contextualizada, alinhada com os desafios do ensino atual e à necessidade de recursos educativos eficazes, atuais e dinâmicos (Singh-Pillay, 2024; Teixeira & Vasconcelos, 2024).

5.1. Sequência de aulas

A planificação da IP (Apêndice 5) está alinhada com as AE de Biologia e Geologia do 10.º ano, promovendo competências como o pensamento crítico e criativo, e o trabalho colaborativo. Para tal, recorreu-se ao pluralismo estratégico através da metodologia de EOAJ para promover a aplicação de conceitos científicos em contextos inovadores. A ERV integrou componentes teóricas e práticas de forma articulada, centrando-se na exploração da escala do tempo geológico (Needle et al., 2022; Teixeira & Vasconcelos, 2024). A IP foi estruturada em três blocos principais de aulas, descritos nas secções seguintes.

Dado o limite máximo de vinte páginas estipulado para apêndices e anexos, nem todos os recursos educativos utilizados ao longo da IP puderam ser incluídos neste relatório. Assim, todos os materiais, incluindo os que não estão diretamente relacionados com a ERV – incluindo fichas de trabalho, apresentações e outros documentos importantes da investigação – encontram-se disponíveis numa pasta digital, acessível através do link: <https://drive.google.com/drive/folders/1GpM5AUmzNaSZB1VsNwEVe8aKO2bMfPCg?usp=sharing>.

Ao longo desta secção, todos os recursos relevantes para análise serão devidamente identificados e incluídos em apêndice e/ou anexo, caso contrário estarão disponíveis na referida pasta.

5.1.1. Aula 1

A primeira aula da sequência, com a duração de 100 minutos, teve como principal objetivo introduzir e consolidar os conteúdos fundamentais relativos à escala do tempo geológico, servindo de preparação teórica para a atividade principal – ERV. Esta aula, detalhada na planificação (Apêndice 5), foi essencial para garantir que os alunos dispunham dos conhecimentos prévios necessários para enfrentar os desafios da ERV.

A primeira parte da aula foi dedicada à exploração de uma apresentação multimédia, recorrendo a momentos de questionamento e discussão orientada, para promover uma compreensão mais sólida dos princípios estratigráficos, do tempo geológico e dos métodos de datação.

Seguiu-se a realização de uma ficha de trabalho, em formato colaborativo. Nesta fase, a turma foi organizada em pequenos grupos (cinco grupos de quatro alunos e um grupo de três). A cada grupo foi atribuído um mineral específico, com o qual deveriam calcular a respetiva idade absoluta. Durante a atividade, circulei pelos grupos, prestando apoio e incentivando o raciocínio crítico. No final, os alunos partilharam os resultados com a turma e organizaram, coletivamente, os minerais por ordem cronológica. A discussão final centrou-se nos minerais cuja datação parecia incompatível com a escala temporal da Terra, conduzindo os alunos a considerarem hipóteses como a origem extraterrestre (ex. meteoritos), o que fomentou o raciocínio e o pensamento crítico.

Esta aula teve ainda uma função adicional, permitiu observar e testar o funcionamento dos grupos de trabalho em contexto prático. Através desta observação preliminar, identifiquei dinâmicas de grupo eficazes, bem como interações menos produtivas, o que possibilitou fazer ajustes garantindo uma melhor colaboração e participação entre os elementos nas aulas seguintes.

Nos últimos 15 minutos, procedi à explicação do funcionamento da aula seguinte, dedicada à ERV. Esta antecipação visou reduzir o impacto da novidade e garantir que os alunos compreendiam a lógica da atividade, promovendo uma transição mais fluida e maximizando o tempo disponível para a sua execução.

5.1.2. Aula 2

A segunda aula, com 125 minutos de duração e realizada por turnos, constituiu o momento central da IP, dedicado à implementação da ERV. Os alunos, organizados em grupos previamente definidos, aplicaram os conhecimentos desenvolvidos na aula anterior e desenvolveram outras competências através da resolução de desafios

interativos relacionados com os acontecimentos das diferentes Eras do tempo geológico (Apêndice 5).

Esta aula assumiu um papel central na SD, sendo o momento em que os alunos vivenciaram a aplicação prática dos conceitos teóricos previamente abordados. Ao longo da aula, foi utilizada a grelha de observação (Apêndice 1), aplicada em dois formatos: observação participante, conduzida pela professora estagiária, e observação não participante, realizada por dois colegas de estágio e pela professora cooperante. Este instrumento permitiu recolher dados sobre o comportamento dos alunos, nomeadamente no que respeita à sua participação, interesse e motivação, e autonomia.

No final da aula, estava previsto o preenchimento do relatório *snapshot* (Apêndice 2), instrumento de reflexão individual que procurava recolher perceções dos alunos sobre a atividade, os conteúdos trabalhados e a sua própria experiência de aprendizagem. No entanto, devido à extensão da ERV e à gestão do tempo disponível. O funcionamento detalhado da ERV, bem como a estrutura e dinâmica encontram-se explicados na secção “Recurso educativo”.

5.1.3. Aula 3

A terceira e última aula da SD, com duração de 100 minutos, foi dedicada à consolidação das aprendizagens realizadas ao longo da IP e à avaliação dos conhecimentos construídos pelos alunos. A aula incluiu momentos de sistematização, trabalho prático e reflexão, conforme sintetizado na planificação (Apêndice 5).

A aula teve início com a aplicação do relatório *snapshot* (inicialmente previsto para o final da aula anterior), funcionando como momento de reflexão individual. Em seguida, os alunos participaram numa atividade prática de construção de um estendal do tempo (adaptada de: https://www.earthlearningidea.com/PDF/Washing_line_time.pdf). Esta atividade propôs a materialização visual da escala do tempo geológico, permitindo aos alunos explorar a cronologia dos principais eventos da história da Terra de forma colaborativa, manipulável e criativa.

Cada grupo, mantendo a constituição da aula da ERV, recebeu uma tabela com as datas em Ma (milhões de anos) e respetiva conversão para centímetros, cartões com fósseis (também utilizados na ERV) (Apêndice 6), eventos geológicos (ex.: aparecimento dos mamíferos, extinção das trilobites, aparecimento dos homínídeos), um Quadro das Divisões Estratigráficas Internacionais (QDEI), régua, fio, fita-cola e molas. A disposição do fio na sala foi deixada à criatividade dos alunos, o que resultou numa dinâmica rica de circulação, discussão e tomada de decisões em grupo.

Para relacionar os eventos às datas corretas, os alunos tinham de utilizar pistas nos cartões e consultar a tabela fornecida, reforçando assim a mobilização de conhecimentos. No final da tarefa, os grupos observaram que a maioria dos fenómenos pendurados se concentrava nos últimos segmentos do fio, o que permitiu iniciar uma discussão orientada sobre o quão recente é a presença humana na história geológica da Terra e o contraste que existe entre tempo geológico com a escala humana. Este momento de reflexão coletiva contribuiu para ampliar a perceção temporal dos alunos e serviu também como oportunidade para introduzir o Pré-Câmbrico, uma Era não abordada na ERV, mas que, por representar a maior parte da história do planeta, foi aqui resgatada e valorizada.

A aula prosseguiu com uma breve apresentação multimédia sobre os princípios do raciocínio geológico seguida de uma atividade que envolvia enigmas dos mesmos, houve ainda espaço para o esclarecimento de dúvidas. Este momento de sistematização visou reforçar os conceitos-chave explorados ao longo da SD.

Por fim, os alunos realizaram uma ficha de trabalho final (pós-teste) (Apêndice 4), composta por questões adaptadas do guião de exploração da ERV. Esta atividade teve um papel duplo: consolidar as aprendizagens e funcionar como instrumento de recolha de dados.

Complementarmente, duas semanas após o término da SD, foi aplicado um re-teste, com o objetivo de avaliar a retenção dos conhecimentos ao longo do tempo. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas a cinco alunos, selecionados com base nas suas respostas ao relatório *snapshot* e nos resultados obtidos no pós-teste e no re-teste, aprofundando assim a compreensão das suas perceções sobre a ERV.

5.2. Recurso educativo

A ERV constituiu o principal recurso educativo desta intervenção pedagógica, centrando-se no ensino da escala do tempo geológico. Desenvolvida com base nos princípios do EOAJ, a ERV promoveu aprendizagens ativas, integrando estratégias de gamificação e trabalho colaborativo, com o objetivo de desenvolver competências como o pensamento crítico e criativo e a resolução de problemas (Clarke et al., 2017; Huang et al., 2020; Teixeira & Vasconcelos, 2024).

Todos os recursos, desde os cartões dos fósseis (Apêndice 6), ao ambiente digital no *Genially* (Apêndice 7), guião de exploração (Apêndice 8), estratos físicos (Apêndice 9) e outros materiais, foram integralmente concebidos e desenvolvidos pela professora

estagiária, com exceção dos simuladores utilizados, que são ferramentas digitais já existentes, do mapa dos limites tectónicos (adaptado) e do QDEI.

A estrutura da ERV foi organizada em três grandes blocos temáticos, correspondentes às três Eras geológicas – Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico – que os alunos exploravam de forma sequencial. Em cada Era a primeira parte da atividade era de natureza digital e realizada essencialmente no *Genially*) (Apêndice 7) (<https://view.genially.com/67768bdf1c11994e0e292ea2/interactive-content-escala-do-tempo-geologico-escape-room>), onde os alunos seguiam uma sequência de tarefas e desafios estruturados. No final, os alunos completavam um desafio prático de construção de uma coluna estratigráfica, aplicando os princípios da Estratigrafia (Apêndice 9).

Cada uma das Eras apresentava um foco temático próprio: no Paleozoico, os conteúdos abordados relacionavam-se com a Paleontologia; no Mesozoico, com a Tectónica de Placas e com o mobilismo geológico; e no Cenozoico, com o conceito de Antropocénico e o impacto da ação humana no planeta. Ao longo da atividade, os alunos mobilizavam os conhecimentos da aula anterior e aplicavam-nos em desafios integrados, respeitando as AE do 10.º ano e promovendo o desenvolvimento de competências transversais.

Na Era Paleozoica, o foco incidiu na identificação de fósseis de fácies e de idade, bem como no cálculo da idade absoluta de um fóssil do género *Lepidodendron*. Para orientarem o seu percurso, cada grupo de trabalho dispunha de um conjunto de cartões de fósseis (Apêndice 6) com pistas relevantes, organizados por cores associadas às Eras em que esses organismos viveram ou tiveram maior expressão. A estes juntava-se um guião de exploração (Apêndice 8) em papel, que os alunos iam preenchendo progressivamente, um computador com a atividade do *Genially* aberta (Apêndice 7), onde se encontravam todas as instruções, desafios e pistas necessárias, e um QDEI para os ajudar a localizar temporalmente os acontecimentos.

No *Genially*, os alunos encontravam pistas, questões de escolha múltipla e enigmas. Alguns destes exigiam respostas corretas obrigatórias para que fosse possível prosseguir, funcionando como *checkpoints* (Apêndice 7). Outras respostas deviam ser registadas no guião em papel, por poderem ser úteis mais adiante na atividade. Havia ainda perguntas propostas exclusivamente no guião, que foram posteriormente corrigidas pela professora estagiária (Apêndice 8).

Depois de concluída a parte digital da Era Paleozoica, os alunos eram orientados, ainda no *Genially*, a solicitar o material para o desafio físico. Esta transição era condicionada:

apenas os grupos que tivessem respondido corretamente às questões anteriores conseguiam aceder à etapa seguinte, garantindo assim que tinham atingido os pré-requisitos necessários.

O desafio físico consistia na construção de uma coluna estratigráfica composta por seis estratos (Apêndice 9), correspondentes aos seis períodos do Paleozoico. Cada grupo recebia uma caixa com doze gavetas (representando os períodos da escala geológica, do Câmbrio ao Quaternário), doze fitas de diferentes cores – das quais apenas seis eram corretas – uma legenda com os fósseis presentes em cada estrato (os mesmos dos cartões de pistas) e uma caneta de luz ultravioleta (UV) para revelar códigos numéricos ocultos. Um dos estratos continha um fóssil de *Lepidodendron*, cujo posicionamento só seria possível mediante o cálculo da sua idade absoluta, previamente realizado.

A tarefa consistia, primeiramente, em distinguir entre os pares de fitas semelhantes quais eram os estratos corretos. Em seguida, os alunos ordenavam-nos de acordo com os princípios estratigráficos. Usando a caneta UV, revelavam o número oculto de cada fita correta e, finalmente, introduziam essa sequência numérica no *Genially*. Cada estrato possuía um número único e invisível, e a ordem correta dos estratos produzia uma senha específica. Apenas se essa senha fosse aceite é que os alunos podiam prosseguir para a Era seguinte da ERV. Os estratos errados, naturalmente, eram descartados.

Esta fase da atividade permitiu não só consolidar os conteúdos paleontológicos e os princípios da Estratigrafia, como também promover competências de resolução de problemas, raciocínio lógico e trabalho colaborativo, num contexto dinâmico e envolvente.

Depois de concluída a etapa correspondente ao Paleozoico, os alunos avançavam para a Era Mesozoica. Nesta fase, o foco incidia nos conteúdos relativos à Tectónica de Placas, ao mobilismo geológico e à Teoria da Deriva Continental. Para apoiar o seu trabalho, cada grupo recebia um mapa das placas tectónicas atuais, que servia como recurso auxiliar na compreensão dos fenómenos abordados.

A componente digital era realizada com recurso a um simulador de placas tectónicas (<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/plate-tectonics>) previamente instalado nos computadores da sala. Os alunos eram desafiados a manipular diferentes variáveis, testando o comportamento de vários tipos de placas – continentais e oceânicas – e a explorar os três principais tipos de limites: divergentes, convergentes e transformantes.

Através desta exploração interativa e do mapa dos limites tectónicos, procurava-se que os alunos compreendessem que fenómenos geológicos estão associados a cada tipo de limite, como a formação de montanhas, a abertura de oceanos ou a ocorrência de subducção.

Concluída a parte digital, os alunos passavam ao desafio físico (Apêndice 9), que consistia em preencher os estratos correspondentes aos três períodos do Mesozoico – Triásico, Jurássico e Cretácico – seguindo a mesma lógica do desafio físico do Paleozoico.

No entanto, como nesta etapa o número de estratos era reduzido, de forma a evitar que os alunos tentassem todas as combinações possíveis por tentativa e erro, foi-lhes solicitado que introduzissem a sequência numérica completa – incluindo os estratos já validados no desafio do Paleozoico. Esta exigência funcionava como uma salvaguarda, dado que a complexidade e a extensão da primeira sequência tornavam inviável a aplicação de estratégias de tentativa sem compreensão real dos conteúdos. Desta forma, reforçou-se o raciocínio lógico e a aplicação efetiva dos princípios estratigráficos.

Na Era Cenozoica, os alunos aprofundaram o conceito de Antropocénico, através da exploração do simulador *Earth Viewer* (disponível em <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/earthviewer>). Esta ferramenta permitiu-lhes observar a evolução recente do planeta, analisando fenómenos como o aparecimento dos homínídeos, a última idade do gelo e, sobretudo, o impacto crescente da ação humana nas dinâmicas climáticas, biológicas e geológicas da Terra. Ao longo da atividade, os alunos manipularam variáveis, interpretaram gráficos e responderam a questões orientadoras no guião de exploração (Apêndice 8), consolidando os conteúdos através de raciocínio baseado em evidências.

Finalizada a parte digital, os alunos avançaram para o desafio físico do Cenozoico, onde, à semelhança das Eras anteriores, tinham de identificar e ordenar corretamente os três estratos correspondentes aos períodos desta Era (Apêndice 9).

Para encerrar a ERV, foi proposto um desafio adicional: a construção de uma pequena coluna estratigráfica com apenas três gavetas, que exigia a aplicação de todos os princípios da Estratigrafia, incluindo os que ainda não tinham sido explorados de forma explícita nas fases anteriores, como o princípio da continuidade lateral, o da inclusão e o da interseção (Apêndice 9). Este desafio final funcionou como uma síntese da aprendizagem realizada, reforçando a compreensão dos princípios estratigráficos e a capacidade de aplicar os conhecimentos de forma autónoma (Figura 2).



Figura 2 - Colunas estratigráficas da ERV, com os estratos no interior das gavetas.

Assim, é possível compreender que a designação “*Escape Room Virtual*” decorre do facto de a maioria da atividade se desenvolver num ambiente digital, nomeadamente através da plataforma *Genially* e da exploração de simuladores virtuais. Foi neste espaço virtual que os alunos seguiram uma narrativa, resolveram enigmas, introduziram códigos e tomaram decisões que lhes permitiam avançar na sequência de desafios. No entanto, reconhecendo a importância da manipulação concreta e da aprendizagem experiencial no ensino das ciências, a atividade integrou momentos práticos de manipulação de materiais, como a construção da coluna estratigráfica física (Abdul et al., 2024; Sumantri et al., 2023). Esta componente foi pensada como um complemento transversal e integrado à experiência digital, e não como uma atividade autónoma. Assim, a ERV mantém a sua natureza virtual enquanto recurso centralmente digital, sendo enriquecida por elementos físicos pontuais que reforçam a articulação entre o pensamento teórico e a componente prática, promovendo uma aprendizagem mais ativa e eficaz.

Com esta estrutura, a ERV permitiu cumprir na íntegra os objetivos definidos para a IP, tanto no domínio dos conteúdos específicos de Biologia e Geologia como no desenvolvimento de competências transversais. Através de uma metodologia ativa e interativa, os alunos foram desafiados a mobilizar conhecimentos, resolver problemas, pensar criticamente e trabalhar de forma colaborativa. As imagens incluídas no Apêndice 10 ilustram momentos importantes da intervenção: duas fotografias captadas durante a aula 2 evidenciam a participação dos alunos na resolução dos desafios da ERV, respondendo às perguntas do *Genially* e manipulando materiais físicos como os estratos e os cartões de fósseis; e uma terceira imagem, recolhida na aula 3, que mostra a construção do estendal, consolidando de forma visual e criativa a escala temporal geológica. Em conjunto, estes registos documentam o envolvimento ativo dos alunos ao longo da IP e a articulação eficaz entre os diferentes momentos da SD.

6. Análise e discussão dos resultados

A presente secção organiza e discute os resultados obtidos ao longo da IP, com base nos diferentes instrumentos de recolha utilizados. A análise está estruturada em quatro grandes blocos correspondentes a cada um desses instrumentos: teste, grelha de observação, relatório *snapshot* e guião de entrevista. Esta divisão visa não só interpretar os resultados recolhidos, mas também refletir criticamente sobre o impacto da ERV nos alunos, relacionando as evidências com os objetivos definidos na tabela 2.

6.1. Teste

Após a realização da ERV, na última aula da IP, foi aplicado o pós-teste com o objetivo de avaliar a aprendizagem imediata dos alunos relativamente aos conteúdos abordados, duas semanas depois, foi aplicado o re-teste para avaliar a retenção de conhecimentos (Apêndice 4). É importante destacar que, em abordagens baseadas na aplicação de um pós-teste seguido de um re-teste, é comum observar-se uma ligeira descida nos resultados no segundo momento de avaliação, devido ao esquecimento natural de conteúdos ao longo do tempo (Bäumli & Trißl, 2022; Schweighofer & Kim, 2015). No entanto, na presente investigação verificou-se o contrário – um ligeiro aumento da média global e uma redução da dispersão – o que aponta para uma consolidação eficaz das aprendizagens (Pinto et al., 2025; Thompson et al., 2019). Uma explicação para este fenómeno prende-se com o facto de, durante o intervalo de duas semanas entre o pós-teste e o re-teste, os alunos terem realizado uma ficha de avaliação sumativa da disciplina, na qual os conteúdos abordados na ERV foram alvo de avaliação. Assim, é provável que o estudo realizado para essa ficha tenha reforçado a compreensão dos conteúdos, refletindo-se numa melhoria de desempenho no re-teste. Esta situação evidencia a importância de estratégias de revisão e da articulação entre momentos de avaliação na consolidação das aprendizagens.

Os resultados gerais obtidos nos testes pelos 23 alunos estão sintetizados na tabela 7.

Parâmetros	Pós-teste	Re-teste	Evolução
Média	61,5%	68,2%	6,7%
Desvio padrão	16,72%	12,41%	-4,31%
Mínimo	29,5%	44,5%	15%
Máximo	95,5%	92,5%	-3%

Tabela 7 - Resultados no pós-teste e re-teste.

A média global do pós-teste foi de 61,5%, com um desvio padrão de 16,72%, refletindo uma dispersão do desempenho. O valor mínimo obtido foi de 29,5% e o máximo de 95,5%, evidenciando uma variação entre os alunos quanto à consolidação dos conteúdos após a atividade. Duas semanas depois, o re-teste revelou uma média superior de 68,2% e um desvio padrão inferior (12,41%), com valores mínimo e máximo de 44,5% e 92,5%, respetivamente. Estes dados indicam não só uma melhoria global no desempenho, como também uma maior homogeneidade entre os alunos. De forma geral, os resultados demonstram que a maioria dos participantes conseguiu aplicar os conhecimentos adquiridos durante a ERV e, em muitos casos, reforçá-los no período subsequente, embora subsistam algumas dificuldades pontuais.

Para além da análise global, foi realizada uma análise por grupos do teste, cada um correspondente a uma das Eras da escala do tempo geológico – Grupo I (Paleozoico), Grupo II (Mesozoico) e Grupo III (Cenozoico) – conforme apresentado na tabela 8.

Grupo	Pós-teste				Re-teste			
	Méd.	DP	Min.	Máx.	Méd.	DP	Min.	Máx.
Grupo I	72,7%	13,04%	54,3%	100%	74,7%	12,56%	42,9%	100%
Grupo II	57,4%	21,51%	8,6%	100%	66,0%	17,29%	37,1%	92,9%
Grupo III	53,2%	33,45%	0,0%	96,7%	63,3%	24,09%	16,7%	91,7%

Tabela 8 - Resultados por grupo do pós-teste e re-teste.

No pós-teste, o Grupo I destacou-se com a média mais elevada (72,7%) e a menor variabilidade (13,04%). Por outro lado, o Grupo III registou a média mais baixa (53,2%) e a maior dispersão (33,45%), com um valor mínimo de 0,0%, evidenciando dificuldades mais acentuadas na assimilação dos conteúdos sobre o Cenozoico. O Grupo II posicionou-se entre os dois, com uma média de 57,4% e um desvio padrão de 21,51%.

No re-teste, aplicado duas semanas após a conclusão da IP, verificou-se uma evolução positiva dos resultados em todos os grupos, com a média global a subir para 68,2% e o desvio padrão a diminuir para 12,41%. O valor mínimo aumentou de 29,5% para 44,5%, refletindo progressos entre os alunos com desempenho mais baixo. O Grupo III evidenciou a melhoria mais acentuada, com um aumento de 10,1 pontos percentuais (de 53,2% para 63,3%), sugerindo que o tempo de reflexão e eventual revisão dos conteúdos contribuiu para uma compreensão mais sólida dos temas abordados. O Grupo II também registou progresso (de 57,4% para 66,0%), enquanto o Grupo I manteve um desempenho elevado, com um ligeiro acréscimo (de 72,7% para 74,7%).

Estes resultados sugerem que a ERV não só promoveu aprendizagens, como também contribuiu para a retenção do conhecimento ao longo do tempo. A redução do desvio padrão no re-teste reforça ainda a ideia de uma aprendizagem mais consolidada e homogénea entre os diferentes participantes.

6.2. Grelha de observação

Com o objetivo de recolher dados qualitativos sobre o desempenho e envolvimento dos 23 alunos ($n=23$) durante a realização da ERV, recorreu-se à técnica da observação, operacionalizada através da aplicação de uma grelha de observação (Apêndice 1). Esta grelha avaliou três parâmetros principais: a Participação, o Interesse e Motivação, e a Autonomia. Cada parâmetro foi classificado segundo uma escala ordinal de três níveis (1 – baixo, 2 – médio, 3 – elevado), permitindo uma apreciação estruturada e comparável dos comportamentos observados ao longo da atividade.

A observação decorreu em dois formatos distintos: observação participante, realizada pela professora estagiária (OB1), e observação não participante conduzida pela professora cooperante e por dois colegas de estágio (OB2, OB3 e OB4). Esta estratégia promoveu a fiabilidade dos dados registados, através do cruzamento de observações.

No que diz respeito ao parâmetro Participação, o gráfico 1 apresenta a distribuição absoluta dos níveis atribuídos por cada observador.

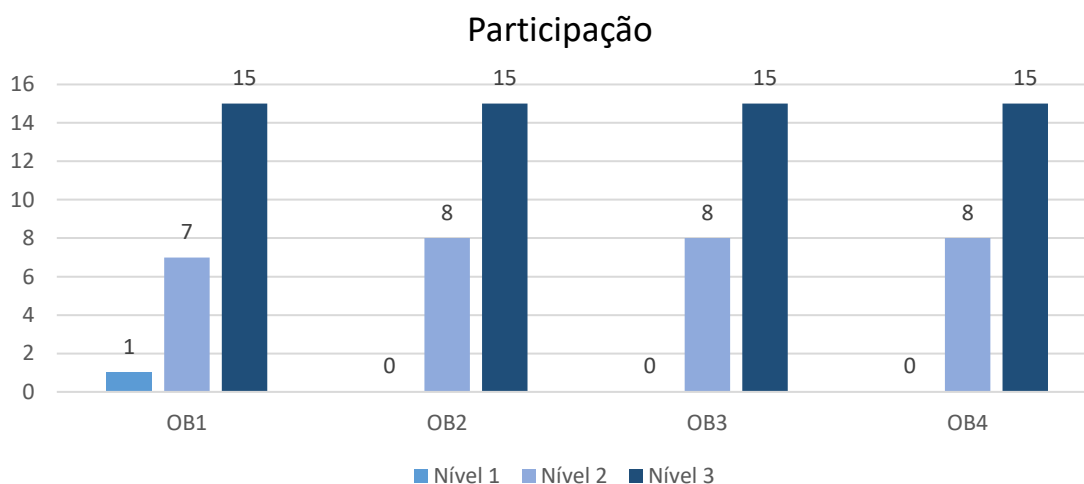


Gráfico 1 - Frequências absolutas do parâmetro "Participação".

Na observação não participante, os três observadores externos (OB2, OB3 e OB4) atribuíram classificações predominantemente no Nível 3 ($n=15$; 65,2%), sendo as restantes no Nível 2 ($n=8$; 34,8%). Nenhum dos observadores atribuiu classificações no

Nível 1 (n=0; 0%). Estes resultados refletem um elevado grau de envolvimento dos alunos e uma forte concordância entre os observadores externos sobre a participação ativa demonstrada durante a atividade.

Já na observação participante (OB1), realizada pela professora estagiária, os dados foram bastante semelhantes: Nível 3 (n=15; 65,2%), Nível 2 (n=7; 30,4%) e Nível 1 (n=1; 4,3%). Esta consistência com os resultados da observação não participante reforça a percepção de um envolvimento generalizado e positivo dos alunos na dinâmica da ERV.

Em relação ao parâmetro Interesse e Motivação, embora a maioria das observações tenha recaído nos níveis médios e elevados, verificou-se uma maior dispersão nas classificações atribuídas pelos diferentes observadores, com destaque para OB3, que registou uma tendência mais moderada. O gráfico 2 ilustra esta distribuição, evidenciando variações nas percepções do entusiasmo e envolvimento dos alunos.

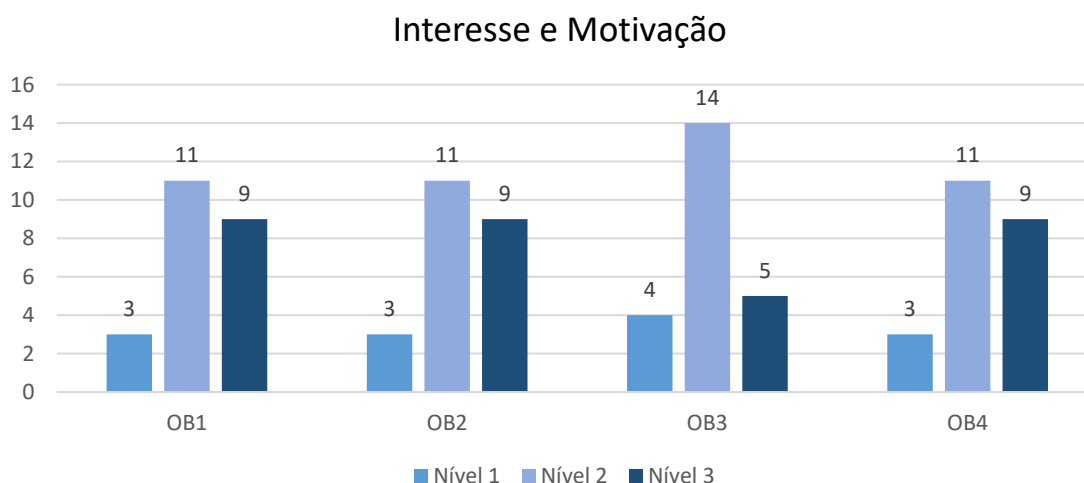


Gráfico 2 - Frequências absolutas do parâmetro "Interesse e Motivação".

Na observação não participante, OB2 e OB4 apresentaram classificações semelhantes, com a maioria dos alunos a ser avaliada no Nível 2 (n=11; 47,8%) e no Nível 3 (n=9; 39,1%), e apenas alguns no Nível 1 (n=3; 13%). Já OB3 destacou-se pela atribuição mais frequente de classificações no Nível 2 (n=14; 60,9%), com menos alunos no Nível 3 (n=5; 21,7%) e no Nível 1 (n=4; 17,4%). Esta discrepância sublinha a importância da triangulação enquanto ferramenta metodológica para captar diferentes olhares sobre o mesmo fenómeno educativo.

Na observação participante (OB1), a distribuição foi idêntica à de OB2 e OB4: Nível 2 (n=11; 47,8%), Nível 3 (n=9; 39,1%) e Nível 1 (n=3; 13%), o que aponta para uma

perceção globalmente positiva, ainda que com algumas diferenças no grau de envolvimento emocional e motivacional dos alunos.

Relativamente ao parâmetro Autonomia, os quatro observadores atribuíram, de forma consistente, a maioria das classificações nos Níveis 2 e 3, sugerindo que a maior parte dos alunos demonstrou capacidade para tomar decisões e resolver os desafios da ERV com relativa independência. Esta tendência encontra-se refletida no gráfico 3, que sintetiza a distribuição absoluta das classificações atribuídas por cada observador.

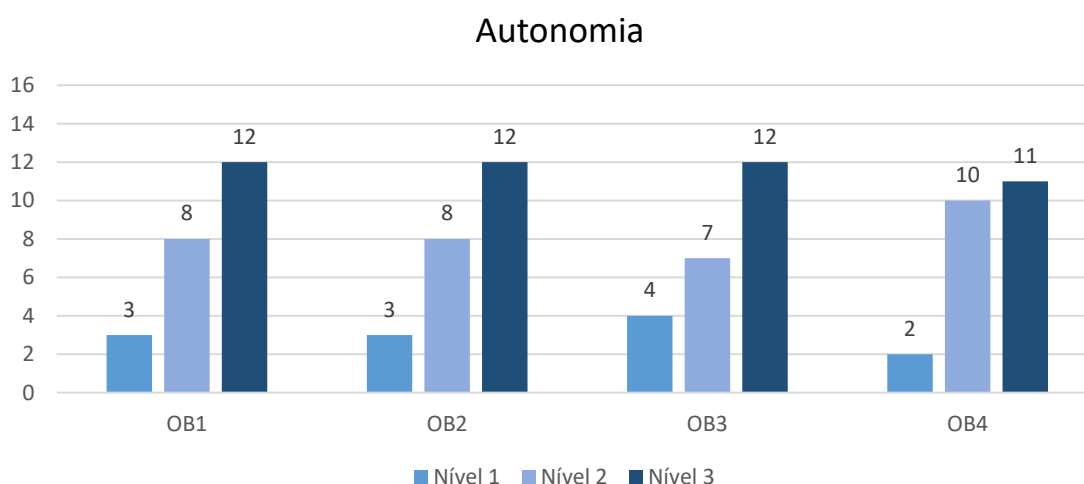


Gráfico 3 - Frequências absolutas do parâmetro "Autonomia".

Na observação não participante, os dados revelam uma notável convergência entre os três avaliadores externos. OB2 classificou 52,2% dos alunos no Nível 3 ($n=12$), 34,8% no Nível 2 ($n=8$) e 13,0% no Nível 1 ($n=3$). OB3 registou uma distribuição muito semelhante: Nível 3 ($n=12$; 52,2%), Nível 2 ($n=7$; 30,4%) e Nível 1 ($n=4$; 17,4%). Já OB4 manteve a tendência, com uma ligeira variação: Nível 3 ($n=11$; 47,8%), Nível 2 ($n=10$; 43,5%) e Nível 1 ($n=2$; 8,7%). Esta uniformidade entre os observadores reforça a fiabilidade da avaliação e indica que, de forma geral, os alunos apresentaram níveis consistentes de autonomia durante a atividade.

Na observação participante (OB1), realizada pela professora estagiária, os resultados corroboram esta tendência. Foram atribuídas classificações no Nível 3 a 52,2% dos alunos ($n=12$), no Nível 2 a 34,8% ($n=8$) e no Nível 1 a 13,0% ($n=3$). Esta distribuição reforça a perceção de que a atividade promoveu o desenvolvimento da autonomia, um dos objetivos centrais da metodologia do EOAJ.

Por fim, a tabela 9 sintetiza os valores médios e os desvios padrão atribuídos por cada observador nos três parâmetros avaliados.

Parâmetro	OB1		OB2		OB3		OB4	
	Méd.	DP	Méd.	DP	Méd.	DP	Méd.	DP
Participação	2,6	0,58	2,7	0,49	2,7	0,49	2,7	0,49
Interesse e Motivação	2,3	0,69	2,3	0,69	2,0	0,64	2,3	0,69
Autonomia	2,4	0,72	2,4	0,72	2,4	0,78	2,4	0,66

Tabela 9 - Resultados da grelha de observação.

Na observação não participante (OB2, OB3 e OB4), destaca-se uma elevada consistência nos valores atribuídos, sobretudo nos parâmetros de Participação (Méd.=2,7; DP=0,49 para os três observadores) e Autonomia (Méd.=2,4; DP entre 0,66 e 0,78). Esta uniformidade reforça a fiabilidade dos dados recolhidos. Já no parâmetro Interesse e Motivação, embora as médias se mantenham relativamente próximas entre OB2 e OB4 (Méd.=2,3), OB3 apresentou uma média inferior (Méd.=2,0), refletindo a dispersão previamente identificada e revelando uma perceção mais moderada quanto ao entusiasmo demonstrado pelos alunos.

Na observação participante (OB1), as médias acompanham a tendência dos observadores externos: Participação (Méd.=2,6), Interesse e Motivação (Méd.=2,3) e Autonomia (Méd.=2,4), confirmando um padrão global de envolvimento positivo e autonomia moderada a elevada. Esta convergência entre a observação participante e não participante traduz o potencial da ERV para promover o envolvimento ativo e o trabalho autónomo dos alunos. As pequenas variações observadas, sobretudo no parâmetro Interesse e Motivação, sublinham ainda a relevância de múltiplos olhares no processo de avaliação comportamental em contexto educativo.

Estes resultados confirmam, assim, que a generalidade dos alunos revelou níveis elevados de participação, interesse e autonomia durante a ERV, com desempenhos consistentes nos três parâmetros avaliados. A atividade mostrou-se eficaz em promover comportamentos alinhados com os objetivos do EOAJ, nomeadamente a participação, o interesse, e a capacidade de resolver desafios de forma autónoma e colaborativa.

Esta eficácia observada encontra suporte em investigações anteriores sobre o uso de jogos no ensino das ciências. Teixeira & Vasconcelos (2024) referem que, embora nem todos os professores recorram a jogos no ensino da geologia, a maioria reconhece o seu potencial para motivar e reforçar as aprendizagens, sobretudo quando se utilizam

jogos digitais. De forma semelhante, Lampropoulos et al. (2023) destacam o papel positivo das estratégias interativas na promoção da autonomia e do envolvimento dos alunos. Já Clarke et al. (2017) e Huang et al. (2020) sublinham que contextos educativos com tarefas inspiradas em jogos, como as *Escape Rooms*, favorecem o desenvolvimento de competências cognitivas e sociais, sobretudo quando envolvem trabalho colaborativo e momentos de tomada de decisão. Os dados obtidos na presente investigação vão, portanto, ao encontro destas conclusões, evidenciando o impacto positivo da ERV tanto ao nível conceptual como comportamental.

Deste modo, a grelha de observação não só confirmou o impacto positivo da ERV nos alunos, como permitiu reforçar os dados obtidos por outros instrumentos, revelando a coerência entre as diferentes fontes de recolha de dados utilizadas nesta investigação.

6.3. Relatório *snapshot*

O relatório *snapshot* (Apêndice 2) foi aplicado aos 23 alunos que participaram na IP, logo após a realização da ERV. O objetivo foi recolher dados sobre a experiência prévia dos alunos, avaliar o seu conforto, interesse, motivação e disponibilidade para repetir a atividade, bem como explorar perceções individuais sobre o que mais gostaram, os principais desafios enfrentados e eventuais sugestões de melhoria, através de uma questão aberta.

A primeira questão do relatório *snapshot* procurou averiguar se os alunos já tinham tido experiências anteriores com *Escape Rooms*. Dos 23 alunos inquiridos, 14 (60,9%) responderam afirmativamente e 9 (39,1%) indicaram nunca ter participado numa atividade deste tipo. Para os alunos que responderam “sim”, foi solicitado que indicassem o tipo de *Escape Room* em que participaram e o seu objetivo. Estes dados encontram-se sistematizados na tabela 10.

	Parâmetros	n	%
Tipo	Virtual	9	64,3
	Física	1	7,1
	Ambos	2	14,3
	Resposta inválida	2	14,3
Objetivo	Educativo	12	85,8
	Lúdico	1	7,1
	Resposta inválida	1	7,1

Tabela 10 - Resultados à questão 1.1. do relatório *snapshot*.

Embora a maioria dos alunos tenha indicado já ter participado numa *Escape Room* (60,9%), a análise qualitativa das respostas abertas revelou uma confusão generalizada entre a ERV implementada nesta IP e um cenário de um caso virtual desenvolvido por um colega de estágio no âmbito da sua IP para a IPP-PES. Esta última, apesar de conter elementos de resolução de problemas e exploração em contexto digital, não reunia as características essenciais de uma *Escape Room*, nomeadamente a existência de uma narrativa, de enigmas encadeados e de uma lógica de “jogo” com limite de tempo e objetivo claro de “escapar”.

Apenas um aluno (n=1; 4,3%) descreveu uma experiência válida anterior numa *Escape Room* física, em contexto lúdico. Outro aluno (n=1; 4,3%) respondeu afirmativamente, mas não especificou o tipo ou objetivo da atividade, sendo a sua resposta considerada inválida. Assim, conclui-se que a grande maioria dos alunos vivenciou a ERV implementada nesta intervenção como a sua primeira experiência real com uma *Escape Room* educativa.

A segunda parte do relatório incluía quatro itens numa escala de Likert com cinco graus de concordância, que procuravam aferir o nível de conforto com a atividade, o interesse gerado, a motivação sentida e a disposição para repetir uma experiência semelhante no futuro. Os resultados estão resumidos na tabela 11.

Parâmetro	Frequências da escala de Likert										Méd.	DP	Min.	Max.
	1		2		3		4		5					
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%				
Conforto	0	0,0	0	0,0	1	4,3	8	34,8	14	60,9	4,6	0,59	3	5
Interesse	0	0,0	0	0,0	0	0,0	13	56,5	10	43,5	4,4	0,51	4	5
Motivação	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	39,1	14	60,9	4,6	0,50	4	5
P. futura	0	0,0	0	0,0	2	8,7	6	26,1	15	65,2	4,6	0,66	3	5

Tabela 11 - Resultados às questões 2.1., 2.2., 2.3. e 2.4. do relatório *snapshot*.

De forma geral, os dados revelam uma perceção amplamente positiva da ERV. O conforto (Méd.=4,6), a motivação (Méd.=4,6) e o desejo de repetir a atividade (Méd.=4,6) obtiveram médias elevadas, com baixas dispersões, e sem qualquer resposta nos níveis inferiores da escala. O parâmetro “interesse”, embora com média ligeiramente inferior (Méd.=4,4), também reflete uma forte aceitação da atividade por parte dos alunos.

A terceira questão do relatório solicitava aos alunos que refletissem sobre a experiência, destacando o que mais apreciaram, os principais desafios e eventuais sugestões de

melhoria. As respostas foram codificadas (ex.: A1, A2, A3...) para garantir o anonimato, e a tabela 12 sintetiza os aspetos mais mencionados, agrupando-os por categoria.

Parâmetros	Categoria	Exemplos de respostas dos alunos	n	%
Aspetos valorizados	Trabalho em grupo	A18 “Gostei de trabalhar com o meu grupo.” / A22 “Conseguimos aprender coisas novas em conjunto e ajudar nos uns aos outros.”	6	26,1
	Uso da tecnologia	A26 “Gostei do Genially e dos simuladores.” / A2 “O site de simulação do planeta Terra.”	5	21,7
	Desafios físicos	A20 “Gostei de organizar os fósseis.” / A9 “o que mais gostei foi fazer a torre”	4	17,4
	Interesse e motivação	A24 “Foi uma experiência incrível.” / A8 “Gostei de tudo.” / A10 “Desperta o interesse dos alunos.”	7	30,4
Dificuldades	Ordenação dos estratos	A9 “o principal desafio foi encontrar as fitas certas da torre” / A26 “No início não entendi o puzzle dos estratos.”	4	17,4
	Compreensão das perguntas	A2 “O principal desafio foi ler as perguntas.”	1	4,3
	Organização do grupo	A4 “Gostei de tudo, menos do meu grupo.”	1	4,3
Melhorias	Maior autonomia	A26 “A professora deu muita ajuda... talvez com mais 10 minutos descobríamos sozinhos.”	1	4,3
	Equilíbrio digital/físico	A10 “Acho que era melhor fazer tudo pela internet.”	1	4,3

Tabela 12 - Resultados à questão 3. do relatório *snapshot*.

De forma geral, as respostas revelam uma perceção bastante positiva da ERV. A maioria dos alunos destacou o interesse e motivação gerados pela atividade (n=7; 30,4%), bem como a valorização do trabalho em grupo como facilitador da aprendizagem (n=6; 26,1%). A componente prática da atividade também foi amplamente apreciada, com alunos a destacarem quer os desafios físicos, como a torre dos estratos ou a ordenação de fósseis (n=4; 17,4%), quer o uso de tecnologias interativas, como simuladores e recursos digitais (n=5; 21,7%).

Embora a maioria dos alunos não tenha feito sugestões formais de melhoria, algumas respostas apontaram desafios específicos, nomeadamente a ordenação correta dos estratos (n=4; 17,4%), a compreensão de algumas perguntas (n=1; 4,3%) e a organização do grupo de trabalho (n=1; 4,3%). Estas dificuldades, apesar de pontuais, são relevantes para refletir sobre a acessibilidade das tarefas propostas e o nível de compreensão necessário.

Entre as sugestões de melhoria, ainda que pouco frequentes, surgiram propostas como promover maior autonomia na resolução dos desafios, dar mais tempo para exploração individual e repensar o equilíbrio entre momentos digitais e físicos, com um aluno a sugerir, por exemplo, que a atividade fosse realizada inteiramente online por ser “mais prática” (n=1; 4,3%).

Estas recomendações evidenciam uma postura crítica e construtiva dos alunos em relação à atividade, revelando o seu envolvimento e interesse genuíno pelo processo de aprendizagem.

Importa ainda referir que várias das respostas obtidas nesta questão foram aprofundadas nas entrevistas, permitindo confirmar, expandir e contextualizar os dados recolhidos por via do relatório *snapshot*.

Este conjunto de resultados corrobora a literatura recente sobre o impacto positivo dos jogos educativos no ensino das ciências. Tal como observado por Fonseca et al. (2023), a utilização de jogos promove não só a motivação, mas também a atratividade no processo de aprendizagem, despertando o interesse dos alunos por conteúdos tradicionalmente considerados abstratos ou desafiantes. Davis et al. (2024) e Encinas et al. (2019) reforçam esta perspetiva ao demonstrar que a integração de desafios e recompensas, favorece o envolvimento ativo dos alunos e estimula a sua participação, o que se refletiu nos elevados níveis de motivação e conforto registados nesta IP. Além disso, os resultados obtidos alinham-se com os estudos de Alexander (2018) e Gillies (2022), que destacam a importância do trabalho colaborativo e da interação entre pares como fatores que contribuem para uma aprendizagem mais profunda e motivadora. A valorização do trabalho em grupo expressa pelos alunos vai ao encontro destas conclusões, evidenciando o papel das dinâmicas colaborativas na construção de conhecimento. Por fim, as sugestões críticas apontadas por alguns participantes, nomeadamente a necessidade de maior autonomia e de um melhor equilíbrio entre o digital e o físico, refletem o tipo de consciência metacognitiva que autores como Pinto et al. (2016) associam a contextos de aprendizagem ativa e centrada no aluno.

6.4. Guião de entrevista

As entrevistas foram realizadas, através do guião de entrevista (Apêndice 3), a cinco alunos da turma (n=5; 21,7%), selecionados da seguinte forma: os dois que registaram maior subida entre o pós-teste e o re-teste, os dois com maior descida, e um cujo desempenho se manteve estável. Em caso de empate, foi dada prioridade à diversidade e profundidade das respostas dadas às questões abertas do inquérito por relatório *snapshot*. Esta seleção procurou garantir uma representação equilibrada de trajetos de aprendizagem e perspetivas sobre a experiência. A transcrição e codificação das entrevistas encontram-se disponíveis na pasta digital referida anteriormente.

A tabela 13 apresenta os dados relativos às forças identificadas pelos alunos durante a implementação da ERV.

Dimensão	Categoria	Subcategoria	Código	n	%
I	1.	I1.	S1	2	40,0
	2.	I2.	S2	2	40,0
	3.	I3.	S3	3	60,0
	4.	I4.	S4	2	40,0
	5.	I5.	S5	2	40,0

Tabela 13 - Resultados das Forças (*Strengths*).

A análise das entrevistas evidencia uma consonância entre as perceções dos alunos e os objetivos pedagógicos definidos para a ERV, particularmente no que diz respeito à promoção da literacia científica, da motivação e a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem.

A dimensão mais referida foi o uso da tecnologia (S3), mencionada por três dos cinco participantes (n=3; 60,0%). Os alunos destacaram a facilidade de acesso à informação, a clareza das instruções e a utilidade dos simuladores no apoio à compreensão dos conteúdos, como evidenciado na seguinte resposta: “Os simuladores ajudaram-me a entender melhor.” (EP3)

O caráter prático da atividade (S2) foi igualmente valorizado (n=2; 40,0%) como referido pelo EP4: “Não era um conceito, uma teoria, era algo físico que tinha que estar lá a mudar e a procurar, por isso é mais fácil de entender.”.

A interatividade e o estímulo ao empenho (S5) e as atividades concretas (S4), como a ordenação dos estratos geológicos, foram destacadas por dois alunos (n=2; 40,0%), como fatores motivadores: a necessidade de resolver enigmas e tomar decisões implicou maior envolvimento com os conteúdos.

Já no trabalho em grupo (S1), embora apenas referido por dois alunos (n=2; 40,0%), é destacada a importância da entreajuda, da correção entre pares e da partilha como catalisadores de aprendizagem, como evidenciado pelos seguintes participantes “Mesmo que eu tivesse errado, tinha lá alguém para me corrigir e para me ajudar a aprender.” (EP1); “Estar no grupo ajuda muito.” (EP5).

No seu conjunto, estas forças reforçam a validade do modelo proposto, evidenciando que a combinação de tecnologia, prática ativa e colaboração pode criar um ambiente fértil para a aprendizagem no ensino das ciências.

Já a tabela 14 apresenta os aspetos considerados menos bem-sucedidos durante a implementação da ERV, conforme identificados pelos alunos.

Dimensão	Categoria	Subcategoria	Código	n	%
II	1.	II1.	W1	1	20,0
	2.	II2.	W2	3	60,0
	3.	II3.	W3	1	20,0
	4.	II4.	W4	1	20,0
	5.	II5.	W5	1	20,0

Tabela 14 - Resultados das Fraquezas (*Weaknesses*).

A fraqueza mais referida foi a falta de conhecimentos prévios (W2), mencionada por três dos cinco alunos entrevistados (n=3; 60,0%). Este aspeto surgiu particularmente associado às dificuldades em responder a questões abertas ou em compreender plenamente os desafios propostos: “As abertas. Porque não sabia assim, a matéria tão profunda.” (EP3) e “Demorou a entrar e entender como é que funcionava.” (EP4)

Esta dificuldade parece ter comprometido, em alguns casos, a autonomia e a fluidez da participação durante a ERV. A sua classificação como fraqueza deve-se à possibilidade de ser mitigada em futuras implementações, através da inclusão de momentos prévios de revisão ou nivelamento dos conteúdos, tornando a experiência mais acessível e equitativa para todos os alunos. No entanto, é importante sublinhar que um dos objetivos centrais da ERV foi precisamente o de promover a autonomia na aprendizagem, encorajando os alunos a explorarem os temas por si próprios, com o apoio da professora a surgir apenas de forma pontual e estratégica. A presença desta dificuldade levanta, por isso, uma reflexão relevante sobre o equilíbrio entre desafio, apoio e preparação prévia.

Apesar de, em contexto de núcleo de estágio, se ter tentado encurtar a ERV – eliminando alguns desafios – o problema quanto à sua extensão manteve-se, ocupando a totalidade da segunda aula. Este aspeto foi também percecionado pelos alunos. A categoria tempo insuficiente (W3), referida por um participante (n=1; 20,0%), aponta assim para a necessidade de reajustar o ritmo ou reorganizar os desafios da atividade, assegurando que todos os grupos consigam concluir a experiência com tranquilidade.

A barreira linguística (W4), mencionada por um dos alunos (n=1; 20,0%), realça a importância de considerar a diversidade linguística presente na turma – sobretudo no que diz respeito à utilização de plataformas com terminologia técnica ou instruções em inglês. Este aspeto reforça a necessidade de integrar estratégias mais inclusivas neste domínio. A sua classificação como fraqueza – e não como ameaça – justifica-se pelo facto de ser tecnicamente viável adaptar a ERV a outros idiomas: não só os simuladores utilizados oferecem versões em diferentes línguas, como também a parte desenvolvida pela professora estagiária pode ser facilmente traduzida e ajustada.

O apoio docente (W5) também foi alvo de uma crítica pertinente. Um aluno (n=1; 20,0%) referiu que o auxílio prestado poderá ter sido excessivo, reduzindo o desafio e o sentimento de descoberta, elementos centrais para a motivação intrínseca: “Teve muita ajuda externa, e isso querendo ou não remove um bocado aquele sentimento de descoberta.” (EP4)

Neste caso, a categorização como fraqueza, e não ameaça, deve-se, novamente, ao facto de o nível de intervenção do professor poder ser ajustado – por exemplo, garantindo uma mediação mais estratégica, com momentos de espera, pistas ou incentivo à autonomia antes da ajuda direta. Porém, é interessante notar que, apesar de alguns alunos terem referido falta de conhecimentos prévios – e, por isso, dificuldades em responder a determinadas questões – houve também quem considerasse que o apoio da professora-investigadora foi excessivo, reduzindo o sentimento de descoberta. Esta ambivalência revela a diversidade de perfis e expectativas, e mostra como o que é percebido como insuficiente por uns pode ser visto como excessivo por outros. Assim, mais do que um erro, esta discrepância reforça a importância da diferenciação pedagógica e de uma mediação mais ajustada e flexível.

Por fim, a dinâmica de grupo (W1), referida por um aluno (n=1; 20,0%), destacou-se pela perceção de uma divisão desigual das tarefas entre os elementos do grupo: “Nos grupos, uma pessoa tinha só uma responsabilidade e a outra tinha tipo três.” (EP5)

Esta observação aponta para a necessidade de repensar a organização do trabalho colaborativo, quer através da atribuição explícita de papéis, tal como foi sugerido pelo aluno, quer por via de uma monitorização mais atenta dos processos colaborativos durante a atividade.

Em suma, estas fraquezas não revelam falhas estruturais da ERV, mas antes aspetos contextuais e ajustáveis, que poderão contribuir para otimizar a acessibilidade, a fluidez e o envolvimento de todos os alunos numa futura implementação da ERV.

No que diz respeito às oportunidades, a tabela 15 sintetiza as sugestões de melhoria apresentadas pelos alunos no decorrer das entrevistas. Ainda que cada proposta tenha sido feita por apenas um aluno, o conjunto de ideias revela uma notável diversidade de perspetivas e uma reflexão crítica sobre o potencial da ERV. Esta heterogeneidade confirma a importância de dar espaço aos alunos para expressarem as suas preferências e sugestões – muitas das quais, apesar de singulares, apontam para direções relevantes a considerar em futuras reformulações do recurso.

Dimensão	Categoria	Subcategoria	Código	n	%
III	1.	III1.	O1	1	20,0
	2.	III2.	O2	1	20,0
	3.	III3.	O3	1	20,0
	4.	III4.1.	O4.1	1	20,0
		III4.2.	O4.2	1	20,0
		III4.3.	O4.3	1	20,0

Tabela 15 - Resultados das Oportunidades (*Opportunities*).

Entre as propostas mais concretas, destacam-se a organização dos grupos de trabalho (O1) e a integração de *quizzes* finais (O2). Um aluno (n=1; 20,0%) sugeriu que a atribuição de responsabilidades específicas dentro dos grupos poderia promover maior equilíbrio na participação: “podia dar responsabilidades para os alunos... no grupo.” (EP5)

Já o *quiz* final foi proposto como uma forma de consolidação estruturada da aprendizagem. Ainda que a ERV incluísse já perguntas e desafios ao longo da atividade, a inclusão de um momento de revisão no final – com *feedback* – pode reforçar a perceção de progressão e apoiar a metacognição dos alunos.

A sugestão de integração de novas ferramentas digitais, como aplicações de simulação ambiental (O3), demonstra abertura à inovação pedagógica e vontade de experimentar novas formas de visualização e exploração de fenómenos: “Há aplicações que se pode usar... tipo um mundo, e podes modificar o mundo com alterações climáticas ou... um asteroide.” (EP2)

No que toca ao formato da atividade, emergiram três visões distintas: um aluno (20%) expressou preferência por um modelo mais físico (O4.1), outro (20%) por uma estrutura totalmente digital (O4.2), e ainda por uma articulação entre os dois formatos – uma versão híbrida com melhor articulação entre os dois (O4.3).

Neste caso, é importante clarificar que a ERV já apresenta um formato híbrido – com momentos físicos e digitais integrados em cada Era (Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico). Contudo, o que o aluno sugere é uma maior interligação entre os desafios físicos e digitais dentro da mesma fase, evitando uma separação rígida entre eles. Esta observação é válida e poderá ser explorada em futuras versões e ciclos I-A. A escolha inicial de segmentar por Era, com desafios físicos e digitais organizados de forma sequencial, visava precisamente evitar confusão e facilitar a orientação dos alunos. Para isso, os desafios físicos foram assinalados com uma cor distinta no guia de exploração, promovendo uma navegação mais clara.

Estas sugestões, ricas na sua individualidade, podem ser importantes para orientar futuros ciclos de I-A, assegurando uma ERV cada vez mais ajustada às necessidades e preferências dos alunos.

Por fim, a tabela 16 apresenta as ameaças identificadas pelos alunos durante a implementação da ERV. Estas referem-se a fatores externos ao controlo direto da professora estagiária, mas que, ainda assim, têm impacto significativo na experiência de aprendizagem e merecem ser tidos em conta.

Dimensão	Categoria	Subcategoria	Código	n	%
IV	1.	IV1.	T1	3	60,0
	2.	IV2.	T2	3	60,0

Tabela 16 - Resultados das Ameaças (*Threats*).

As duas ameaças mais recorrentes foram as limitações técnicas (T1) e a falta de envolvimento de alguns colegas (T2), ambas mencionadas por três dos cinco entrevistados (n=3; 60,0%).

No caso das limitações técnicas, os alunos relataram dificuldades associadas à lentidão dos computadores escolares, problemas de ligação à internet e até perda de progresso durante a atividade. Estas falhas comprometeram o ritmo de trabalho e a continuidade da resolução de desafios, como descrito nas respostas seguintes: “A internet... o computador estava mais lento.” (EP3) e “A conexão... ter uma melhor conexão.” (EP2)

Ainda que estas questões escapem ao planeamento pedagógico, elas interferem diretamente na fluidez da atividade e, por isso, é importante que sejam antecipadas e mitigadas, por exemplo, com testes prévios dos equipamentos, uso de versões offline ou até com alternativas impressas para momentos críticos.

A falta de envolvimento de alguns colegas (T2) surgiu como outra ameaça relevante, especialmente no contexto do trabalho em grupo. Alunos motivados expressaram frustração com a desmotivação dos pares, sentindo-se prejudicados na sua experiência: “O grupo... pode realmente reduzir a eficácia.” (EP2); “Porque há pessoas no grupo que nem sequer estavam interessadas em aprender.” (EP1)

Estas situações revelam que, para além da estrutura da ERV, o seu sucesso depende também da dinâmica relacional entre os alunos. A gestão de grupos heterogéneos, a definição de papéis e o acompanhamento da colaboração devem ser pensados, de forma a garantir uma participação mais equitativa e motivadora.

Assim, a análise SWOT permitiu identificar pontos fortes, com destaque para o uso intencional das tecnologias e a abordagem prática da atividade, bem como áreas de melhoria concretas, como o reforço da preparação prévia dos alunos e a mediação docente mais ajustada. As ameaças externas, apesar de não dependentes diretamente da planificação pedagógica, influenciam o sucesso da implementação e devem ser consideradas.

A diversidade de sugestões e opiniões recolhidas demonstra não só o envolvimento dos alunos com a atividade, mas também o potencial da ERV para evoluir e adaptar-se às necessidades das turmas. Estas opiniões dos alunos reforçam a importância de os incluir no processo de construção pedagógica, tornando a aprendizagem mais eficaz e adaptada ao contexto educativo.

Os resultados das entrevistas estão alinhados com os estudos de Deterding et al. (2011) e Fonseca et al. (2023), que destacam o potencial dos jogos educativos para promover envolvimento, motivação e pensamento crítico, sobretudo quando associados com práticas de colaboração ativa. A valorização do uso da tecnologia e da componente prática, identificada pelos alunos, é igualmente referida por Guillaume et al. (2023) e Bateman et al. (2022), que sublinham a importância de recursos digitais interativos e manipuláveis no desenvolvimento da literacia científica e na acessibilidade dos conteúdos. Além disso, a preocupação manifestada por alguns alunos relativamente à autonomia e à quantidade de suporte docente reforça as conclusões de Plass et al. (2015) e Arnab et al. (2015), que alertam para o equilíbrio necessário entre a estrutura do jogo e os objetivos pedagógicos, a fim de evitar que a gamificação se torne superficial ou pouco desafiadora. Por fim, as ameaças relacionadas com o envolvimento desigual e as limitações técnicas reiteram os alertas de Foster & Shah (2020) sobre os desafios reais da implementação de estratégias inovadoras em contextos escolares, exigindo não só planeamento técnico rigoroso como também uma gestão pedagógica flexível e adaptada à diversidade dos alunos.

7. Conclusão

O capítulo final deste relatório visa refletir sobre todo o trabalho desenvolvido, destacando o seu contributo para a educação em ciências e, em particular, para o ensino da geologia no 10.º ano. Este capítulo encontra-se estruturado em dois subcapítulos: no primeiro, são apresentadas as conclusões e considerações finais, com base na análise dos dados e no cumprimento dos objetivos inicialmente propostos; no segundo, são discutidas as limitações da investigação e apontadas orientações para futuras aplicações da ERV ou para novas investigações.

7.1. Conclusão e considerações finais

Esta investigação teve como propósito desenvolver, implementar e avaliar uma ERV como recurso educativo para o ensino do tempo geológico, orientando-se pelas questões de investigação QI1 e QI2. Através da metodologia de EOAJ, a ERV permitiu criar uma experiência imersiva, promovendo aprendizagens ativas e o desenvolvimento de competências essenciais, como o pensamento crítico, a criatividade e o trabalho colaborativo.

Relativamente à QI1, os dados recolhidos através do relatório *snapshot*, do guião de entrevista e da grelha de observação sugerem uma perceção globalmente positiva por parte dos alunos relativamente ao uso da tecnologia digital no ensino da geologia. A maioria dos alunos selecionou os níveis mais elevados da escala de Likert em itens como motivação, interesse e conforto com a plataforma, reconhecendo a ERV como uma atividade envolvente, interativa e útil para a aprendizagem. As entrevistas reforçaram esta perceção, destacando a interatividade, a componente prática e o trabalho em grupo como aspetos potenciadores do envolvimento dos alunos. Apesar de alguns constrangimentos técnicos e da heterogeneidade dos grupos, a ERV foi globalmente bem recebida e vista como um recurso pedagógico motivador.

No que diz respeito à QI2, os resultados do pós-teste e do re-teste revelaram uma evolução positiva nas aprendizagens dos alunos. A média da turma passou de 61,5% para 68,2%, com uma redução expressiva da dispersão dos resultados (de 16,72% para 12,41%), o que sugere não apenas uma retenção eficaz dos conteúdos, mas também uma maior homogeneidade no desempenho. Embora a proximidade entre o re-teste e a ficha de avaliação possa ter influenciado os resultados, a análise qualitativa complementa e valida o impacto da ERV: os alunos referiram que os desafios os ajudaram a compreender melhor conceitos como fósseis de idade, princípios

estratigráficos e movimentos das placas tectónicas, e que a natureza prática da atividade facilitou a aprendizagem.

A implementação da ERV permitiu, assim, não só consolidar aprendizagens sobre a história da Terra, como também fomentar competências transversais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a autonomia e a colaboração. O carácter híbrido e sequencial da atividade, com desafios digitais e físicos articulados por Eras geológicas, mostrou-se eficaz na exploração dos conteúdos curriculares e na promoção de uma experiência de aprendizagem mais ativa e centrada no aluno.

Do ponto de vista profissional, esta investigação representou uma oportunidade de crescimento docente. A conceção integral dos materiais, desde os cartões dos fósseis ao ambiente digital no *Genially*, passando pelos estratos físicos e guião de exploração, permitiu à professora estagiária experienciar todas as fases de planeamento, implementação e avaliação de um recurso educativo complexo, refletindo criticamente sobre as suas práticas e ajustando-as às necessidades da turma.

A criação de um recurso educativo complexo exigiu o domínio de ferramentas digitais, o aprofundamento dos conteúdos disciplinares, a capacidade de planear e gerir atividades diversificadas, bem como uma reflexão crítica contínua sobre a prática docente. Esta experiência contribuiu para o desenvolvimento de uma identidade profissional mais sólida, baseada na autonomia, na criatividade e na disposição para experimentar novas metodologias e estratégias centradas no aluno. A articulação entre teoria e prática, a gestão de tempos, grupos e recursos, e a análise dos resultados obtidos reforçaram competências essenciais ao exercício da investigação e da docência, constituindo uma etapa marcante no percurso formativo da futura professora de Biologia e Geologia.

Considera-se, por isso, que os objetivos inicialmente definidos foram alcançados. A ERV demonstrou ser um recurso eficaz para promover o ensino da geologia, alinhando-se com as AE selecionadas e contribuindo para o desenvolvimento de competências científicas e pessoais nos alunos. Os resultados desta investigação sustentam a relevância da inovação pedagógica, da integração de tecnologias digitais no ensino das ciências e da adoção de metodologias ativas como o EOAJ, abrindo caminho para novas abordagens didáticas no ensino da geologia.

7.2. Limitações e orientações para futuras investigações

Uma das limitações desta investigação prende-se com a possibilidade de o re-teste ter sido influenciado pelo teste sumativo realizado pouco antes, o que poderá ter condicionado a análise da retenção de conhecimentos. Ainda assim, importa destacar que, enquanto professora, procuro desenvolver nos meus alunos mais do que a simples aquisição de conteúdos: a motivação, o interesse e o envolvimento demonstrados ao longo da atividade são também indicadores de sucesso e merecem ser valorizados.

Para além disso, a metodologia de I-A, apesar das suas vantagens, apresenta também alguns limites. O facto de o professor estar diretamente envolvido na implementação pode introduzir algum viés na recolha e interpretação dos dados, sobretudo quando já se encontra integrado na escola e afeiçãoado à turma. Esta proximidade, embora benéfica do ponto de vista pedagógico, pode comprometer a transparência ou imparcialidade na análise. Acresce ainda que os resultados de um estudo desta natureza não são facilmente generalizáveis, dado o número reduzido de participantes e o forte enraizamento no contexto específico da intervenção. Apesar disso, a escolha da I-A justifica-se pela sua flexibilidade e adaptabilidade, permitindo ajustar a prática em tempo real às necessidades dos alunos. Esta metodologia promove ainda uma atitude reflexiva e crítica por parte do professor-investigador, fundamental para a melhoria contínua da prática pedagógica e para a construção de estratégias de ensino mais eficazes e centradas no aluno.

No futuro, será pertinente alargar a aplicação da ERV a diferentes turmas e contextos educativos, incluindo outros níveis de ensino, de forma a avaliar o seu impacto junto de públicos distintos. A realização de um segundo ciclo de I-A permitiria incorporar as sugestões recolhidas pelos alunos, como a adaptação dos recursos a outras línguas, promovendo a inclusão de alunos que não dominem o português, a melhoria da articulação entre os momentos digitais e físicos e a diversificação dos tipos de desafios. Estas alterações poderão tornar a atividade ainda mais eficaz, equitativa e ajustada à diversidade dos contextos escolares.

Além disso, futuras investigações poderiam explorar mais aprofundadamente o impacto da ERV no desenvolvimento de competências científicas específicas, como a interpretação de dados, a argumentação com base em evidências ou a tomada de decisões fundamentadas. Estes aspetos são essenciais para formar alunos mais autónomos, críticos e preparados para compreender os desafios científicos e ambientais do século XXI.

Referências Bibliográficas

- Abdul, F., Hindi, M., & Khalil, H. (2024). The Effectiveness of Experiential Learning Strategy in Achieving Science Subject Competence Among Fifth Grade Elementary School Students. *EVOLUTIONARY STUDIES IN IMAGINATIVE CULTURE*. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1039>.
- Alarcón, P., López-Fernández, D., Gordillo, A., & Tovar, E. (2021). Comparing Traditional Teaching and Game-Based Learning Using Teacher-Authored Games on Computer Science Education. *IEEE Transactions on Education*, 64, 367-373. <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3057849>.
- Alexander, R. (2018). Developing dialogic teaching: Genesis, process, trial. *Research Papers in Education*, 33(5), 561–598.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., de Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/bjet.12113>
- Barros, J. F., Almeida, P. A., & Cruz, N. (2012). Fieldwork in Geology: Teachers' Conceptions and Practices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47, 829-834. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.743>
- Bateman, K. M., Ham, J., Barshi, N., Tikoff, B., & Shipley, T. F. (2022). Scaffolding geology content and spatial skills with playdough modeling in the field and classroom. *Journal of Geoscience Education*, 71(1), 43–57. <https://doi.org/10.1080/10899995.2022.2071082>
- Bäuml, K., & Trißl, L. (2022). Selective restudy can reset recall of forgotten information. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29, 2202 - 2210. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02131-y>.
- Clarke, S., Peel, D., Arnab, S., Morini, L., Keegan, H., & Wood, O. (2017). EscapED: A Framework for Creating Educational Escape Rooms and Interactive Games to For Higher/Further Education. *International Journal of Serious Games*, 4(3), 73-86. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v4i3.180>
- Cohen, M. A., Niemeyer, G. O., & Callaway, D. S. (2017). Griddle: Video Gaming for Power System Education. *IEEE Transactions on Power Systems*, 32(4), 3069-3077. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2016.2618887>
- Coutinho, C. P. (2013). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática* (2ª Ed.). Edições Almedina.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-ação: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13(2), 355-379.
- Crandall, P. G., Engler III, R. K., Beck, D. E., Killian, S. A., O'Bryan, C. A., Jarvis, N., & Clausen, E. (2015). Development of an Augmented Reality Game to Teach

- Abstract Concepts in Food Chemistry. *Journal of Food Science Education*, 14(1), 18-23. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4329.12048>
- Czajka, C. D., & McConnell, D. (2018). An exploratory study examining undergraduate geology students' conceptions related to geologic time and rates. *Journal of Geoscience Education*, 66(3), 231–245. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1480826>
- Davis, N., Riley, J., & Peña, P. (2024). INCREASING STUDENT ENGAGEMENT & CONTRIBUTIONS: INTRODUCING THE SEMESTER-LONG PARTICIPATION COMPETITION. *Marketing Education Review*, 34, 99 - 106. <https://doi.org/10.1080/10528008.2024.2337345>.
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *interactions*, 19(4), 14–17. <https://doi.org/10.1145/2212877.2212883>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments* (pp. 9-15).
- DGE – Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 10.º ano. Ensino Secundário. Geologia*. Direção-Geral da Educação. Disponível em: <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario>
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Cognitive Factors Affecting Student Understanding of Geologic Time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 415-442. <https://doi.org/10.1002/TEA.10083>.
- Encinas, D., Baños, S., León, M., Rubio, B., & Muñoz, J. (2019). Experience in the Use of Rewards to Help Increase Motivation and Participation of University Students. 2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), 142-148. <https://doi.org/10.1109/LACLO49268.2019.00034>.
- Fan, O., Zhang, L., Wu, M., & Jiao, P. (2024). Empowering collaborative knowledge construction through the implementation of a collaborative argument map tool. *Internet High. Educ.*, 62, 100946. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2024.100946>.
- Fischer, F., Gräsel, C., Bruhn, J., & Mandl, H. (2002). Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. *Learning and Instruction*, 12, 213-232. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00005-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00005-6).
- Fonseca, I., Bernate, J., Caviedes, M., & Chantré, J. (2023). Gamification and Game-Based Learning as Cooperative Learning Tools: A Systematic Review. *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, 18, 4-23. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i21.40035>.
- Foster, A., & Shah, M. (2020). Principles for Advancing Game-Based Learning in Teacher Education. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 36, 84 - 95. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1695553>.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/doi:10.1073/pnas.1319030111>
- Gillies, R. M. (2022). Challenges in teaching using inquiry-based science. In J. Dillon & M. Watts (Eds.), *Debates in Science Education* (pp. 101-114). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003137894-10>
- Grissom, A. N., Czajka, C. D., & McConnell, D. A. (2015). Revisions of Physical Geology Laboratory Courses to Increase the Level of Inquiry: Implications for Teaching and Learning. *Journal of Geoscience Education*, 63(4), 285–296. <https://doi.org/10.5408/14-050.1>
- Guerra, C., Moreira, A., & Vieira, R. M. (2017). Technological pedagogical content knowledge development: Integrating technology with a Research Teaching Perspective. *Digital Education Review*, (32), 85-96.
- Guffey, S. K., & Slater, T. F. (2020). Geology misconceptions targeted by an overlapping consensus of US national standards and frameworks. *International Journal of Science Education*, 42(3), 469–492. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1715509>
- Guillaume, L., Laurent, V., & Genge, M. J. (2023). Immersive and interactive three-dimensional virtual fieldwork: Assessing the student learning experience and value to improve inclusivity of geosciences degrees. *Journal of Geoscience Education*, 71(4), 462–475. <https://doi.org/10.1080/10899995.2023.2200361>
- Hartt, M., Hosseini, H., & Mostafapour, M. (2020). Game On: Exploring the Effectiveness of Game-based Learning. *Planning Practice & Research*, 35(5), 589–604. <https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1778859>
- Hessler, A. M. (2024). Flexible thinking in geoscience. *Journal of Geoscience Education*, 72(3), 199–200. <https://doi.org/10.1080/10899995.2024.2368421>
- Huang, S.-Y., Kuo, Y.-H., & Chen, H.-C. (2020). Applying digital escape rooms infused with science teaching in elementary school: Learning performance, learning motivation, and problem-solving ability. *Thinking Skills and Creativity*, 37, 100681. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100681>
- Hwang, G.-J., Chiu, L.-Y., & Chen, C.-H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.006>
- Jääskä, E., & Aaltonen, K. (2022). Teachers' experiences of using game-based learning methods in project management higher education. *Project Leadership and Society*. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100041>.

- Johnson, D., Johnson, R., Roseth, C., & Shin, T. (2014). The relationship between motivation and achievement in interdependent situations. *Journal of Applied Social Psychology*, 44, 622–633.
- Kreager, B. Z., LaDue, N. D., & Shipley, T. F. (2023). Conceptual understanding of sequence stratigraphy. *Journal of Geoscience Education*, 71(4), 507–524. <https://doi.org/10.1080/10899995.2023.2165866>
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology* (4ª Ed.). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2023). Integrating Augmented Reality, Gamification, and Serious Games in Computer Science Education. *Education Sciences*, 13(6), 618. <https://doi.org/10.3390/educsci13060618>
- Lampropoulos, G., Pozo-Sánchez, S., & López-Belmonte, J. (2022). Comparing Gamification Models in Higher Education Using Face-to-Face and Virtual Escape Rooms. *Journal of New Approaches in Educational Research*. <https://doi.org/10.7821/naer.2022.7.1025>.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Direção-Geral da Educação (DGE).
- Miao, H., Mohamad Saleh, M. S., & Zolkepli, I. A. (2022). Gamification as a Learning Tool for Pro-Environmental Behavior: A Systematic Review. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(12), e001881. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i12.1881>
- Miller, N. (2014). Games in the Classroom. *Indiana Libraries*, 61-63.
- Mills, G. E., & Gay, L.R. (2019). *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (12ª Edition). Pearson.
- Needle, M. D., Crider, J. G., Mooc, J., & Akers, J. F. (2022). Virtual field experiences in a web-based video game environment: open-ended examples of existing and fictional field sites. *Geosci. Commun.*, 5(3), 251-260. <https://doi.org/10.5194/gc-5-251-2022>
- OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico) (2003). *The PISA 2003. Assessment framework – mathematics, reading, science, problema solving, knowledge and Skills*. <https://bit.ly/3EF43M3>
- Oliveira, B. (2023). Participatory action research as a research approach: advantages, limitations and criticisms. *Qualitative Research Journal*, 23(3), 287-297. <https://doi.org/10.1108/QRJ-08-2022-0101>
- Oliver, M., McConney, A. & Woods-McConney, A. (2021) The Efficacy of Inquiry-Based Instruction in Science: a Comparative Analysis of Six Countries Using PISA 2015. *Research in Science Education*, 51(2), 595–616. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09901-0>

- Piernas, J. M. P., Meroño, M. C. P., & Asenjo, M. P. F. (2024). Virtual Escape Rooms: a gamification tool to enhance motivation in distance education. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 61–85. <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37685>
- Pinto, M., Vieira, M., & De Macedo, J. (2025). Pedagogical Diversity For the Brain. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. <https://doi.org/10.24857/rqsa.v19n3-098>.
- Pinto, R., Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2016). Promover o questionamento junto de alunos de ciências do ensino básico. *Revista Interacções*, 11(39). <https://doi.org/10.25755/int.8767>
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, 50(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Reddy, D. (2021). Scientific literacy, public engagement and responsibility in science. *Cultures of Science*, 4(1), 6-16. <https://doi.org/10.1177/20966083211009646>
- Ribeiro, T., & Orion, N. (2021). Educating for a Holistic View of the Earth System: A Review. *Geosciences*, 11(12), 485. <https://doi.org/10.3390/geosciences11120485>
- Ribeiro, T., & Vasconcelos, C. (2025). Earth System Science and Education: From Foundational Thoughts to Geoethical Engagement in the Anthropocene. *Geosciences*, 15(6), 224. <https://doi.org/10.3390/geosciences15060224>
- Richison, J., Herrington, D., & Mattox, S. (2017). Deep Thinking Over Geologic Time: Understanding Fossils and Relative Dating by Inquiry. *Science Scope*, 41(4), 30–39. https://doi.org/10.2505/4/ss17_041_04_30
- Schrader, C. (2023). Serious Games and Game-Based Learning. In O. Zawacki-Richter & I. Jung (Eds.), *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (pp. 1255-1268). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-2080-6_74
- Schweighofer, N., & Kim, S. (2015). Between-Trial Forgetting Due to Interference and Time in Motor Adaptation. *PLoS ONE*, 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142963>.
- Shenkoya, T., & Kim, E. (2023). Sustainability in Higher Education: Digital Transformation of the Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Open Knowledge. *Sustainability*, 15(3), 2473. <https://doi.org/10.3390/su15032473>
- Singh-Pillay, A. (2024). Exploring Science and Technology Teachers' Experiences with Integrating Simulation-Based Learning. *Education Sciences*, 14(8), 803. <https://doi.org/10.3390/educsci14080803>
- Smith, T. G., & McNeal, K. S. (2023). Assessing motivations, benefits, and barriers of implementing virtual field experiences in geoscience-related disciplines. *Journal of Geoscience Education*, 72(4), 438–449. <https://doi.org/10.1080/10899995.2023.2258760>

- Strat, T., Henriksen, E., & Jegstad, K. (2023). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191–249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>
- Sumantri, M., Susiloningsih, E., & Marini, A. (2023). Experiential Learning Model in Science Learning: Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4452>.
- Teixeira, I., & Vasconcelos, C. (2024). The Use of Educational Games to Promote Learning in Geology: Conceptions of Middle and Secondary School Teachers. *Geosciences*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.3390/geosciences14010016>
- Thompson, R., Cruciani, G., Bönstrup, M., Censor, N., Cohen, L., & Iturrate, I. (2019). A Rapid Form of Offline Consolidation in Skill Learning. *Current Biology*, 29, 1346–1351 <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.02.049>.
- Traqueia, A., Pacheco, E., & Taveira, E. (2021). Reflexão crítica sobre métodos e técnicas de recolha de dados: investigação-ação. In A. Moreira, P. Sá & A. Costa (Eds.) *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: métodos (Vol. 1)* (pp. 33-50). UA Editora. <http://hdl.handle.net/10773/30770>
- Urdanivia, D., Talavera-Mendoza, F., Rucano, F., Cayani, K., & Machaca, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review [Systematic Review]. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>
- Wagstaffe, S. (2024). Gamifying Deep Time: Archeogaming and the Anthropocene in the Horizon Franchise. In D. Lloyd & W. Mortimer (Eds.), *Digressions in Deep Time: Ecocritical Approaches to Literature and the Arts* (pp. 285-300). Rowman & Littlefield.
- Wang, X., Cheng, M., & Li, X. (2023). Teaching and Learning Computational Thinking Through Game-Based Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research*, 61, 1505 - 1536. <https://doi.org/10.1177/07356331231180951>.
- Whitton N. (2018). Playful learning: tools, techniques, and tactics. *Research in Learning Technology*, 26. <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2035>
- Wrigley, R., & Giammatteo, L. (2023). Fostering Engagement in Science with Escape Rooms. *World Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.22158/wjer.v10n5p94>.

Apêndices

Apêndice 1 – Grelha de Observação

Grelha de Observação										
N.º	Nome	Participação			Interesse e Motivação			Autonomia		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1										
2										
3										
4										
5										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
24										
25										
26										
27										

Crítérios	1 - Baixo desempenho	2 - Desempenho intermédio	3 - Bom desempenho
Participação	O aluno evita participar e não contribui para a resolução dos desafios.	O aluno participa ocasionalmente, mas apenas quando solicitado ou de forma passiva.	O aluno participa ativamente, sugere ideias e contribui para a resolução dos desafios.
Interesse e motivação	O aluno demonstra desinteresse, não faz perguntas nem explora os desafios além do essencial.	O aluno mostra algum interesse, mas precisa de incentivos para se envolver plenamente.	O aluno demonstra entusiasmo, investiga as pistas e tenta entender os desafios por iniciativa própria.
Autonomia	O aluno desiste facilmente ou depende dos colegas para avançar nas tarefas.	O aluno tenta resolver os desafios, mas por vezes precisa de ajuda para continuar.	O aluno demonstra persistência, tenta diferentes abordagens e resolve desafios com autonomia.

Apêndice 2 – Relatório *Snapshot*



Snapshot | Escape Room Virtual para o Ensino da Geologia no 10.º ano: Uma Investigação-Ação sobre a Compreensão do Tempo Geológico

Biologia e Geologia – 10.º ano

Professora Estagiária Beatriz Sousa

Nome: _____
Turma: _____ Nº _____ Data: ____/____/____

Snapshot

1. Antes de participares na atividade, já tinhas experiência com *Escape Rooms*?

1 - Sim | 2 - Não

1.1 Se sim, descreve brevemente a tua experiência anterior. Indica se foi uma *Escape Room* virtual ou física e se o objetivo era educativo ou lúdico.

2. Classifica a atividade da *Escape Room* quanto aos seguintes parâmetros:

2.1 Quão confortável te sentiste com o uso de tecnologias digitais na sala de aula?

1 - Nada confortável | 2 - Pouco confortável | 3 - Neutro | 4 - Confortável | 5 - Muito confortável

2.2 Em que medida achas que o uso da *Escape Room* ajudou a despertar o teu interesse pela História da Terra?

1 - Nada interessado | 2 - Pouco interessado | 3 - Neutro | 4 - Interessado | 5 - Muito interessado

2.3 Em que medida consideras que este recurso educativo (*Escape Room*) te motivou a aprender em comparação com os métodos de ensino tradicionais?

1 - Nada motivado | 2 - Pouco motivado | 3 - Neutro | 4 - Motivado | 5 - Muito motivado

2.4 Indica o grau de interesse em participar novamente numa atividade similar no futuro.

1 - Nada interessado | 2 - Pouco interessado | 3 - Neutro | 4 - Interessado | 5 - Muito interessado

3. O que achaste da experiência de utilizar a *Escape Room* como recurso educativo? Reflete sobre o que mais gostaste, os principais desafios que encontraste e sugestões de melhoria.

Obrigado!

Apêndice 3 – Guião de Entrevista



Guião de Entrevista | Escape Room Virtual para o Ensino da Geologia no 10.º ano: Uma Investigação-Ação sobre a Compreensão do Tempo Geológico

Biologia e Geologia – 10.º ano

Professora Estagiária Beatriz Sousa

Código do Entrevistado: _____

Duração: _____ **Local:** _____ **Data:** ____/____/____

Guião de Entrevista

Grupo I – Forças (S)

- 1. Quais foram os aspetos da atividade que consideraste mais eficazes para aprendizagem nesta temática?**
- 2. Em que medida a atividade ajudou na compreensão dos conteúdos?**

Grupo II – Fraquezas (W)

- 3. Quais foram os principais obstáculos sentidos durante a atividade?**
- 4. Sentiste alguma dificuldade no entendimento dos desafios ou no uso da tecnologia durante a mesma?**

Grupo III – Oportunidades (O)

- 5. De que forma a atividade poderia ser melhorada? Indica três sugestões.**
- 6. Sugeres outras ferramentas digitais ou desafios que poderiam enriquecer a experiência?**

Grupo IV – Ameaças (T)

- 7. Indica fatores que podem reduzir a eficácia da atividade, como questões técnicas ou falta de interesse.**

Apêndice 4 – Teste com Correção (Pós-teste e Re-teste)

PORTO
Universidade do Porto
Faculdade de Ciências
Departamento de Geologia

Ficha de Trabalho | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Biologia e Geologia – 10.º ano
Professora Beatriz Sousa

Nome: _____
Turma: _____ Nº _____ Data: ____/____/____

Grupo I – Era Paleozóica

- Os fósseis de fósseis são utilizados para...
a) determinar a composição química das rochas. c) descobrir novas espécies desconhecidas.
b) determinar a idade exata de uma camada geológica. d) identificar as condições ambientais passadas geológicas.
- Quais são as características essenciais de um bom fóssil de idade?
a) Existência restrita no tempo e ampla distribuição geográfica. c) Longa duração e ampla distribuição geográfica.
b) Longa duração e ampla distribuição geográfica. d) Exclusividade a um único ambiente marinho.
- Se os fósseis não tivessem sido preservados, de que forma o nosso conhecimento sobre a História da Terra seria afetado?

- Com base na informação fornecida, determina a idade do mineral que se encontra no fóssil.
O registo fóssil foi encontrado numa camada geológica (Fig. 1). Os geólogos utilizam o decaimento de isótopos radioativos para calcular a idade dos minerais das rochas (Grif. 1) e, assim, determinar a idade dos fósseis. Através da análise do mineral associado ao fóssil, foi identificado o isótopo Urânio-235, que decai para Chumbo-207, com uma semivida de 704 milhões de anos.

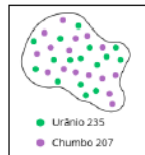


Figura 1 – Mineral ampliado de um fóssil.

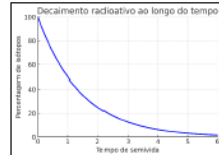
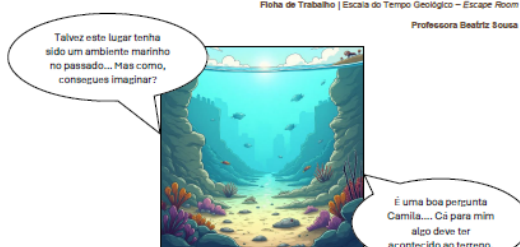


Gráfico 1 – Tabela do Decaimento Radioativo ao longo do tempo.



A Teoria da Tectónica de Placas permitirá explicar os fenómenos que a Camila e o Leo observaram.

De que forma a Teoria da Tectónica de Placas explica a presença de fósseis da mesma espécie em continentes diferentes?

3. Associa corretamente cada conceito à consequência ou explicação mais adequada.

Conceito	Descrição
1. Camada de irídio	A. Estrutura geológica cuja formação está associada a um evento que pode ter causado perturbações ecológicas significativas.
2. Cratera de Chicxulub	B. Resultado de um conjunto de eventos catastróficos que levaram ao desaparecimento de grande parte da biodiversidade terrestre e marinha.
3. Proveniência do Deão	C. Evidência geológica que sugere uma origem extraterrestre para parte do material depositado na época da extinção.
4. Arrefecimento global	D. Região cuja intensa atividade vulcânica libertou gases e partículas que alteraram a composição da atmosfera.
5. Extinção em massa	E. Consequência das grandes quantidades de poeira na atmosfera, reduzindo a incidência de luz solar.

1. ____; 2. ____; 3. ____; 4. ____; 5. ____.

Soluções e Critérios de Avaliação:

Grupo I – Paleozóico

- d)
- a)
- Topicos de resposta:
 - Os fósseis são registos diretos da vida no passado, permitindo reconstruir a história biológica da Terra.
 - Sem fósseis, seria mais difícil compreender a evolução das espécies e os grandes eventos de extinção.
 - A ausência de fósseis dificultaria a correlação entre diferentes formações rochosas e a interpretação dos ecossistemas antigos.
- Quantidade de isótopo-pai: 16
Quantidade de isótopo-filho: 16
Tempo de semivida do par de isótopos: 704 Ma

Percentagem de isótopos-pai: 50%
Tempo de semivida do mineral: 1 semividas
Idade estimada do fóssil: 704 Ma

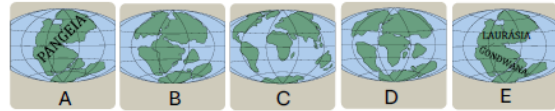
Ficha de Trabalho | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

Quantidade de isótopo-pai: _____
Quantidade de isótopo-filho: _____
Tempo de semivida do par de isótopos: _____

Percentagem de isótopos-pai: _____
Tempo de semivida do mineral: _____
Idade estimada do fóssil: _____

Grupo II – Era Mesozóica

1. Ordena cronologicamente as imagens de A a E, da mais antiga para a mais recente.



2. Lê a banda desenhada e responde à questão que te é colocada.



Ficha de Trabalho | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

4. Ordena as frases de acordo com a sequência dos eventos.
- Formação da cratera de Chicxulub devido ao impacto de um meteorito.
 - Bloqueio da luz solar causado pela poeira e pelos gases libertados.
 - Extinção de cerca de 75% das espécies, incluindo os dinossauros.
 - Emissão de gases e partículas na atmosfera devido à atividade vulcânica no Deão.
 - Arrefecimento global e alterações climáticas severas.

Grupo III – Era Cenozóica

- Durante o Cenozóico, quais foram as principais mudanças no movimento das placas tectónicas?
 - O Oceano Atlântico continuou a expandir-se devido ao afastamento das placas.
 - As placas permaneceram exatamente na mesma posição desde o início do Cenozóico.
 - A placa Pacífica começou a afastar-se da América do Norte, criando o Oceano Atlântico.
 - A Antártida moveu-se para o norte, causando um aumento das temperaturas globais.
- Apesar de o ser humano ter um impacto significativo no planeta, quando comparamos a sua presença com a história da Terra, essa relevância mantém-se? Justifica a tua resposta.

3. As variações de CO₂, de temperatura, do nível médio das águas do mar e o degelo das calotas polares estão interligados. Explica como esses fatores se influenciam mutuamente.

Grupo II – Mesozóico

1. A; E; B; D; C
2. Topicos de resposta:
 - No passado, os continentes estavam unidos numa única massa terrestre (Pangeia), permitindo a distribuição de organismos semelhantes em diferentes regiões.
 - O afastamento das placas tectónicas separou os continentes, formando oceanos entre eles e deixando fósseis da mesma espécie em áreas que hoje estão distantes.
3. 1-C; 2-A; 3-D; 4-E; 5-B.
4. a); d); b); e); c).

Grupo III – Cenozóico

1. a)
2. Topicos de resposta:
 - O género Homo surgiu há cerca de 2,5 milhões de anos, uma fração mínima da história da Terra.
 - Comparado com a duração das eras geológicas, a existência humana é insignificante em termos de tempo.
3. Topicos de resposta:
 - O aumento do CO₂ atmosférico intensifica o efeito de estufa, levando ao aumento da temperatura global.
 - O aumento da temperatura provoca o degelo das calotas polares, libertando água doce nos oceanos.
 - O degelo contribui para a elevação do nível médio do mar, que pode causar a inundação de zonas costeiras.

Apêndice 5 – Planificação

Ano Letivo: 2024/2025

Disciplina	Biologia e Geologia	Planificação de Aula	Número de aulas	9
Ano, turma	10.º ano, turma X		Minutos	325 min.
Professora: Beatriz Sousa				
Data: 13/03/2025, 18/03/2025 e 19/03/2025				
Contextualização curricular Domínio: Geologia e métodos				
Aprendizagens Essenciais Transversais		Aprendizagens Essenciais Específicas		
• Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos. • Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico. • Interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes. • Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).		• Utilizar princípios de raciocínio geológico (atualismo, catastrofismo e uniformitarismo) na interpretação de evidências de factos da história da Terra (sequências estratigráficas, fósseis, tipos de rochas e formas de relevo); • Interpretar evidências de mobilismo geológico com base na teoria da Tectónica de Placas (placa litosférica, limites divergentes, convergentes e transformantes/conservativos, rift e zona de subducção, dorsais e fossas oceánicas); • Distinguir processos de datação relativa de absoluta/ radiométrica, identificando exemplos das suas potencialidades e limitações como métodos de investigação em Geologia; • Relacionar a construção da escala do tempo geológico com factos biológicos e geológicos da história da Terra.		
Competências		Descritores		
• Informação e comunicação; • Raciocínio e resolução de problemas; • Pensamento crítico e pensamento criativo; • Relacionamento interpessoal; • Desenvolvimento pessoal e autonomia; • Saber científico, técnico e tecnológico.		• B; C; D; E; F; I.		
Campo conceptual	datação absoluta; datação relativa; dorsais oceánicas; fossas oceánicas; fósseis; limites convergentes ; limites divergentes; limites transformantes; placa litosférica; rift; sequências estratigráficas; zona de subducção			
Metodologia de Ensino	• Ensino Orientado para a Aprendizagem por Jogos			
Finalidade	• Promover a aprendizagem da escala do tempo geológico e o desenvolvimento de competências como a motivação, o interesse, a colaboração e a autonomia, através de uma metodologia ativa.			

Aula 1 (100 min.) – Turma completa	
Sumário	Tempo histórico e tempo geológico. Datação, absoluta e relativa, e a sua relação com a escala do tempo geológico.

Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
1. Exploração da apresentação multimédia sobre a escala do tempo geológico e ordenação da sequência estratigráfica (45 min.)	- Exposição; - Questionamento.	Apresentação multimédia.	- Compreender a noção de tempo geológico e as diferenças entre tempo histórico e tempo geológico; - Relacionar os métodos de datação com a construção da escala do tempo geológico.	- Registo no caderno diário dos apontamentos da aula; - Responder às questões colocadas oralmente.
2. Realização de uma ficha de trabalho sobre a datação absoluta e a datação relativa (40 min.)	- Trabalho prático; - Trabalho colaborativo; - Questionamento.	- Ficha de Trabalho; - Minerais de A a F.	Aplicar e consolidar os conhecimentos sobre datação relativa e absoluta.	- Resolução da ficha de trabalho em grupo; - Identificação e ordenação dos minerais com base nos dados fornecidos
3. Explicação sobre a aula seguinte (15 min.)	Exposição.	Apresentação multimédia	Antecipar a próxima aula, contextualizando a <i>Escape Room Virtual</i>.	Levantamento prévio de ideias e expectativas sobre a atividade da próxima aula.

Avaliação das aprendizagens			
Tipologia de avaliação	Instrumento de avaliação	Indicadores das aprendizagens	Observações/TPC
Formativa	Grelha de Observação Sistemática	- Compreende o conceito de tempo geológico e a sua escala; - Aplica corretamente os princípios da datação relativa e absoluta; - Participa ativamente nas tarefas propostas em grupo.	Não há.

Aula 2 (125 min.) – Turma dividida em turnos	
Sumário	Realização de uma <i>Escape Room</i> Virtual sobre a Escala do Tempo Geológico.

Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
4. Realização da <i>Escape Room</i> Virtual. (120 min.)	- Trabalho prático; - Trabalho colaborativo; - Questionamento; - Gamificação.	- Computador; - Guião de exploração; - Cartões dos fósseis; - Tabela cronostratigráfica; - Mapa dos limites tectónicos; - Caixas da sequência estratigráfica; - Estratos da sequência estratigráfica; - Canetas com luz UV;	- Aplicar e mobilizar os conhecimentos relativos à escala do tempo geológico, à datação, relativa e absoluta, e aos fósseis; - Desenvolver competências de resolução de problemas e de pensamento crítico, num contexto dinâmico e desafiante; - Promover a autonomia, a motivação e a comunicação eficaz entre pares.	- Resolver, em grupo, os desafios propostos ao longo da <i>Escape Room</i> Virtual; - Registrar respostas e raciocínios no guião de exploração.
5. Responder ao relatório <i>snapshot</i> (5 min.)	Questionamento	- Apresentação multimédia; - Telemóvel.	Avaliar o interesse, a motivação e a receptividade dos alunos face à ERV, identificando os pontos fortes da atividade e aspetos a melhorar para futuras intervenções.	Responder ao inquérito por <i>snapshot</i> no telemóvel.

Avaliação das aprendizagens			
Tipologia de avaliação	Instrumento de avaliação	Indicadores das aprendizagens	Observações/TPC
Formativa	Grelha de Observação	- Aplica corretamente os conceitos de datação e escala do tempo geológico nos desafios da ERV; - Interpreta pistas e dados científicos para resolver problemas em grupo; - Demonstra autonomia, interesse, e colaboração, registando as respostas e justificações no guião de exploração.	Caso o tempo não permita a realização do relatório <i>snapshot</i> durante a aula, este será concluído na terceira aula da Intervenção Pedagógica.

Aula 3 (100 min.) – Turma completa				
Sumário		Construção de um estendal do tempo geológico. Realização de uma ficha de trabalho.		
Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
6. Desenvolvimento da atividade prática de construção de um estendal do tempo geológico (60 min.)	- Trabalho prático; - Trabalho colaborativo; - Modelação.	- Fio; - Molas da roupa; - Cartões dos fósseis; - Fita cola; - Eventos do Estendal do Tempo Geológico; - Tabela de eventos.	Construir e interpretar uma linha cronológica com eventos significativos da história da Terra.	- Manipular materiais para construir uma linha cronológica dos eventos geológicos; - Selecionar e posicionar corretamente os acontecimentos no estendal.
7. Exploração da apresentação multimédia sobre os princípios do raciocínio geológico e esclarecimento de dúvidas (15 min.)	- Questionamento; - Exposição.	Apresentação multimédia.	Aplicar os princípios do raciocínio geológico na organização e análise de eventos geológicos.	- Registo no caderno diário dos apontamentos da aula; - Participação ativa no momento de questionamento.
8. Realização de uma ficha de trabalho sobre os conhecimentos adquiridos ao longo da intervenção pedagógica (25 min.)	Questionamento.	Ficha de Trabalho (pós-teste).	Avaliar os conhecimentos adquiridos ao longo da intervenção pedagógica.	Resolução da ficha de trabalho.
Avaliação das aprendizagens				
Tipologia de avaliação	Instrumento de avaliação	Indicadores das aprendizagens		Observações/TPC
Formativa	- Grelha de Observação Sistemática - Ficha de trabalho.	- Organiza corretamente os eventos geológicos na linha do tempo. - Justifica a ordenação dos eventos com base nos princípios do raciocínio geológico. - Participa ativamente em grupo e demonstra pensamento crítico.		Não há.

Apêndice 6 – Cartões dos Fósseis

Escala do Tempo Geológico – Escape Room
 Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Estromatólitos/Cianobactérias



Os estromatólitos são estruturas rochosas construídas por colónias de cianobactérias em ambientes aquáticos rasos. Surgiram há 3500 Ma nos oceanos primitivos e foram dominantes durante o Pré-Câmbrico. Desempenharam um papel crucial na oxigenação da atmosfera terrestre, através da fotossíntese.

No entanto, no Câmbrio, a sua abundância começou a diminuir devido ao aumento da biodiversidade nos mares e à atividade de novos organismos que se alimentavam dessas estruturas. Apesar disso, continuam a existir em ambientes aquáticos extremos.

Imagem retirada de: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-tre-55905807>

Escala do Tempo Geológico – Escape Room
 Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Archaeopteris



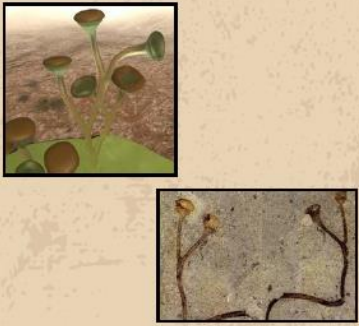
Uma das primeiras árvores verdadeiras, com um sistema radicular desenvolvido. Dominou os ecossistemas do Devónico, tendo um papel crucial na fixação dos solos e no aumento dos níveis de oxigénio. Extinguiu-se no Carbonífero, dando lugar às coníferas primitivas que pertencem às gimnospérmicas (plantas com semente).

Imagens retiradas de: <https://www.ucc.ie/en/fossil-heritage/irish-fossils/archaeopteris/>
<https://stock.adobe.com/pt/search/1/archaeopteris>

Escala do Tempo Geológico – Escape Room
 Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Cooksonia



A primeira planta vascular conhecida, surge no Silúrico e expande-se no Devónico. Embora fosse pequena e sem folhas, revolucionou os ecossistemas ao permitir a colonização da terra firme, fornecendo um suporte estrutural para o desenvolvimento de plantas mais complexas.

Imagens retiradas de: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Cooksonia>
<https://tinyurl.com/us2t2b8u>

Escala do Tempo Geológico – Escape Room
 Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Trilobita



As trilobites (classe Trilobita) surgiram no Câmbrio, mas atingiram o seu auge de diversidade no Ordovícico, expandindo-se para uma grande variedade de habitats marinhos. Apesar de algumas linhagens se terem extinto no final do Ordovícico, onde foram fortemente impactadas pela primeira extinção em massa da Terra, só desapareceram completamente no fim do Pérmico.

Imagens retiradas de: <https://origens.org/os-olhos-dos-trilobites/>
<http://veja.abril.com.br/ciencia/trilobitas-eram-carniceiros-oportunistas-diz-estudo>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Dimetrodon




Foi um réptil sinapsídeo (parente distante dos mamíferos), conhecido pela sua grande vela dorsal. Apesar dos primeiros répteis terem surgido no Carbonífero, este animal dominou os ecossistemas terrestres do Pérmico, antes de surgirem os dinossauros. O seu desaparecimento foi nesse mesmo período, causado pela maior extinção em massa da história da Terra, eliminou 95% das espécies que existiam na altura.

Imagens retiradas de: <https://www.britannica.com/animal/dimetrodon>
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Dimetrodon>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Ammonoidea




As amonites (subclasse Ammonoidea) surgiram no Devónico e foram extremamente abundantes no Mesozoico, sendo fósseis de idade essenciais para a datação de rochas desse período. Desapareceram no final do Cretácico, na mesma extinção que eliminou os dinossauros.

Imagem retirada de: <https://tinyurl.com/48y4f72d>
<https://www.nationalgeographic.pt/>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Ichthyosauria



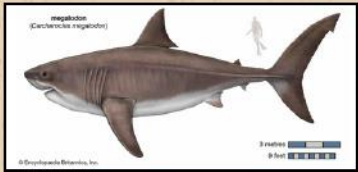

Os ictiossauros (ordem Ichthyosauria) foram répteis marinhos com forma semelhante aos golfinhos modernos, que se adaptaram completamente à vida aquática. Surgiram no Triásico, alcançaram o auge durante o Jurássico e começaram a entrar em declínio no Cretácico Médio, antes mesmo da grande extinção, possivelmente devido à competição com outros animais, como os tubarões.

Imagens retiradas de: <https://mundopre-historico.blogspot.com/2015/03/ictiosauro.html>
<https://stock.adobe.com/br/search/?q=ichthyosaurus>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Otodus megalodon





Mais conhecido como megalodonte, foi o maior tubarão que já existiu, podia ultrapassar os 18 metros, era um predador de baleias e outros grandes mamíferos marinhos. Surgiu nos oceanos durante o Miocénico, mas entrou em declínio no Pliocénico, possivelmente devido à escassez de presas e mudanças na temperatura dos oceanos.

Imagens retiradas de: <https://tinyurl.com/36df69p6>
<https://www.britannica.com/animal/megalodon>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Paraceratherium




Foi o maior mamífero terrestre da história, era semelhante a um rinoceronte gigante sem chifres e podia atingir 7 metros de altura. Viveu no Oligocénico, mas desapareceu devido às mudanças climáticas e à diminuição das florestas.

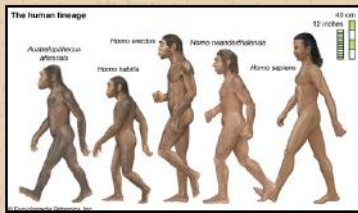


Imagens retiradas de: <https://shorturl.at/DeHG>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Homo

O género *Homo* surgiu há cerca de 2,5 Ma. Ao longo do tempo, diversas espécies coexistiram, adaptando-se a diferentes ambientes e desafios, como o *Homo habilis*, o *Homo erectus*, o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens*. A única espécie sobrevivente, o *Homo sapiens*, surgiu há cerca de 300 mil anos em África e, graças à sua capacidade de adaptação, linguagem e pensamento abstrato, espalhou-se por todo o planeta.

Imagens retiradas de: <https://www.britannica.com/topic/Homo>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Tyrannosaurus rex




Foi um dos maiores predadores terrestres da história, com cerca de 12 metros de comprimento e uma das mordidas mais poderosas conhecidas. Apesar dos dinossauros terem aparecido no Triásico e se terem diversificado no Jurássico, este gigante viveu no Cretácico e desapareceu na grande extinção que eliminou 65% das espécies no fim do Mesozoico.



Imagens retiradas de: <https://shorturl.at/y05aW>
<https://science4fun.info/tyrannosaurus-6-rex/>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis

Ginkgo biloba






Surgiu no Mesozoico, quando as gimnospermicas passaram a dominar os ecossistemas. No Jurássico, formava vastas florestas e servia de alimento para dinossauros herbívoros. Hoje, sobrevive como um fóssil vivo, sendo a única espécie restante do género *Ginkgo*. As folhas em forma de leque e a resistência à poluição fazem dele uma das plantas mais notáveis da história evolutiva.

Imagens retiradas de: <https://creation.com/ginkgo-living-fossil>
<https://plants.oaklandnursery.com/12130001/Plant/192/Ginkgo/>
<https://shorturl.at/KJu9m>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Archaeopteryx





Considerado um dos fósseis de transição mais famosos, era um pequeno dinossauro coberto de penas, com asas, mas também dentes e garras. Viveu no final do Jurássico e representa um elo crucial entre os dinossauros e as aves modernas.

Imagens retiradas de: <https://www.livescience.com/24745-archaeopteryx.html>
<https://www.bbc.com/news/science-environment-45967655>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Magnolia





As magnólias são um género de plantas que existe até hoje. Foram as primeiras angiospérmicas (plantas com flor) e trouxeram uma revolução aos ecossistemas. As suas flores atraíam insetos polinizadores, aumentando a diversidade vegetal e impulsionando a evolução de animais. No final do Cretácico, as angiospérmicas já se começavam a diversificar, mas o verdadeiro auge deu-se no Cenozoico.

Imagens retiradas de: <https://pt.todoarbores.com/magn%C3%A9lia/>
<https://www.backyardnature.net/plx/fossmagn.jpg>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Ichthyostega





Foi um dos primeiros tetrápodes a emergir durante o Devónico. Representa a transição crucial entre peixes e vertebrados terrestres, podendo ser considerado um anfíbio primitivo. Com robustos membros e uma estrutura de cintura escapular que permitia algum suporte fora da água, este organismo exemplifica as inovações morfológicas necessárias para a colonização dos ambientes terrestres.

Imagens retiradas de: <https://shorturl.at/h48Zs>
<https://mundopre-historico.blogspot.com/2011/06/ichthyostega.html>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Morganucodon




Este pequeno organismo exibia características dentárias e cranianas que prefiguravam os traços dos mamíferos modernos, como uma estrutura auditiva mais complexa e possíveis indícios de pelo. Surgiu durante o Triássico e é considerado um dos primeiros representantes dos mamíferos primitivos, mas é no Cenozoico que os mamíferos e as aves se diversificam e passam a dominar a Terra.

Imagem retirada de: <https://www.britannica.com/animal/Morganucodon>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Brachiopoda





Os braquiópodes (filo Brachiopoda) eram abundantes nos oceanos antigos, e tinham conchas que se abriam verticalmente, diferentes dos bivalves. Foram essenciais para reconstruir ambientes marinhos passados. Tiveram o seu auge no Paleozoico, mas muitas espécies foram extintas durante eventos de extinção em massa.

Imagens retiradas de: <https://shorturl.at/7boww>
<https://shorturl.at/sdln5>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

Fósseis
Graptoloidea




Os graptólitos (ordem Graptoloidea) são fósseis de organismos coloniais marinhos que viveram entre o Câmbrio e o Carbonífero, sendo especialmente abundantes no Ordovícico e Silúrico. Eram suspensivos e flutuavam em mar aberto e, devido à sua rápida evolução e curta duração geológica, são excelentes fósseis de idade, sendo usados para datar camadas sedimentares desses períodos.

Imagens retiradas de: <https://tinyurl.com/mrty9447>
<https://tinyurl.com/yf96v9t>

Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora: Beatriz Sousa

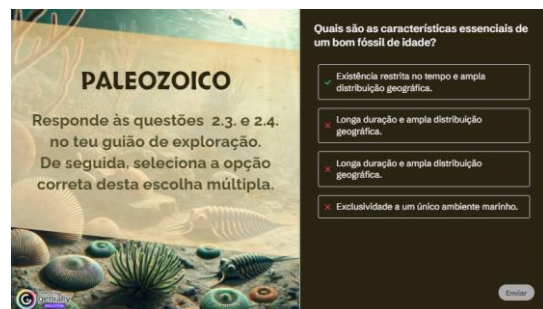
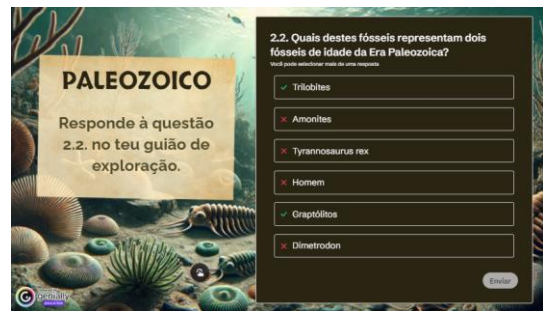
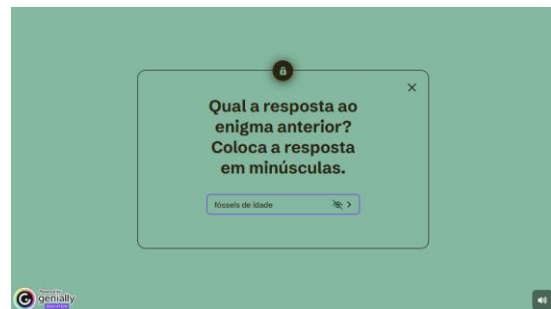
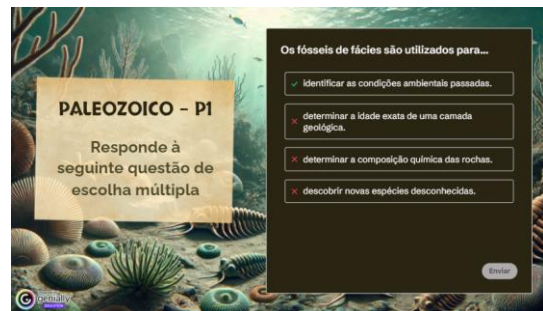
Fósseis
Mammuthus




O mamute viveu durante o Pleistocénico, adaptando-se às duras condições da Idade do Gelo (2,6 Ma e 11.700 anos atrás). Tinha uma pelagem espessa, presas longas e curvadas, e habitou as planícies geladas da Europa, Ásia e América do Norte. A sua extinção ocorreu há cerca de 4.000 anos, possivelmente devido às mudanças climáticas e à caça humana.

Imagens retiradas de: <https://shorturl.at/ALG6i>
<https://tinyurl.com/kr5cw3w>

Apêndice 7 – Genially



PALEOZOICO - P3

Seleciona a opção correta da questão que se segue.

O que é um isótopo-pai?

- ☒ Um isótopo radioativo instável que sofre decaimento para formar outro elemento.
- ☐ Um elemento estável que resulta do decaimento radioativo.
- ☐ Um tipo de mineral presente nas rochas sedimentares.
- ☐ Um isótopo utilizado apenas para calcular a densidade das rochas.

Enviar

Segundo o princípio da identidade paleontológica, os fósseis são usados para determinar a idade relativa das rochas porque:

- ☒ Alguns fósseis são característicos de períodos específicos da história da Terra.
- ☐ Todos os fósseis têm a mesma idade.
- ☐ Os fósseis não ajudam a datar rochas, pois podem ser encontrados em qualquer camada.
- ☐ As rochas mais antigas nunca contêm fósseis.

PALEOZOICO - P4

Responde à questão que se segue.

Enviar

PALEOZOICO - P3

Responde à questão de escolha múltipla que se segue.

Qual a definição de Tempo de Semivida?

- ☒ O tempo necessário para que metade dos átomos de um isótopo radioativo decaia.
- ☐ O tempo necessário para que um mineral se forme completamente.
- ☐ O tempo exato em que um fóssil foi formado.
- ☐ O tempo que um elemento químico leva para se tornar radioativo.

Enviar

PALEOZOICO - P4

Responde à questão que se segue.

O princípio da sobreposição dos estratos afirma que:

- ☒ Os estratos mais recentes estão sempre acima dos mais antigos, exceto se houver deformações.
- ☐ Os estratos são depositados aleatoriamente, sem ordem específica.
- ☐ As camadas superiores são sempre as mais antigas.
- ☐ Os estratos mais recentes desaparecem ao longo do tempo.

Enviar

PALEOZOICO - P3

Responde à questão que se segue.

Se uma amostra inicial de um mineral continha 100% de isótopo-pai e agora só restam 25%, quantas semividas passaram?

- ☐ 0,5
- ☒ 2
- ☐ 1
- ☐ 3

Enviar

O princípio da horizontalidade inicial indica que:

- ☒ As rochas sedimentares são originalmente depositadas em camadas horizontais.
- ☐ As camadas geológicas nunca sofrem alterações após a deposição.
- ☐ Os estratos são sempre depositados inclinados.
- ☐ A inclinação dos estratos ocorre devido à sua deposição inicial.

PALEOZOICO - P4

Responde à questão que se segue

Enviar

PALEOZOICO - P3

Responde à questão 3.1. no teu guião de exploração.

Com base na informação fornecida, determina a idade do fóssil de *Lepidodendron*.

Para avançar no desafio deves descobrir a idade do fóssil e o Período geológico correspondente.

ançar

PALEOZOICO - P4

Pede ao(a) professor(a) os estratos do Paleozoico para continuares a *Escape Room Virtual*.

Resolve o desafio e responde à questão 4.1. no teu guião de exploração. Certifica-te de que tens a sequência numérica para avançar.

ançar

Coloca a senha para avançar. Segue o exemplo: 513Ma-câmbrico

352Ma-carbonífero

Insero o número secreto para avançar. Exemplo: 2873563

2412167132



Durante o Mesozoico, o oceano de Tethys começou a desaparecer devido à subdução da sua crosta oceânica. O que resultou deste fenómeno?

- ☐ Formação de falhas transformantes
- ☒ Formação de cadeias montanhosas e vulcanismo
- ☐ Espessamento da litosfera oceânica
- ☐ Abertura de riftes e formação de novo oceano

MESOZOICO - M2
Com a ajuda da tabela do exercício 2.1. responde às escolhas múltiplas que te são colocadas.

Enviar

MESOZOICO - M1

Responde à questão 1.1. no teu guião de exploração.

200 Ma, 145 Ma, 65 Ma, 20 Ma

→ ançar

MESOZOICO - M2
Com a ajuda da tabela do exercício 2.1. responde às escolhas múltiplas que te são colocadas.

A abertura do Oceano Atlântico no _____ deve-se a um processo de _____.

- ☐ Cretácico ... convergência entre duas placas continentais.
- ☒ Jurássico ... afastamento de duas placas continentais.
- ☐ Jurássico ... colisão entre duas placas oceânicas.
- ☐ Cretácico ... subdução de uma placa oceânica sob uma continental.

Enviar

1.2. Ordena cronologicamente as imagens anteriores de A a E, da mais antiga para a mais recente.

A _____ ::
E _____ ::
B _____ ::
D _____ ::
C _____ ::

MESOZOICO - M1
Responde à questão 1.2. no teu guião de exploração.

→ Avançar

MESOZOICO - M2
Com a ajuda da tabela do exercício 2.1. responde às escolhas múltiplas que te são colocadas.

A subdução ocorre quando uma placa mais mergulha sob outra menos _____.

- ☐ espessa ... densa.
- ☒ densa ... densa.
- ☐ densa ... espessa.
- ☐ espessa ... espessa.

Enviar

MESOZOICO - M2
Utiliza o simulador e completa a tabela da questão 2.1.

→ ançar

MESOZOICO - M2
Lê a banda desenhada e responde às questões 2.2. e 2.3. no teu guião de exploração.

→ ançar

Durante o Mesozoico, a Índia começou a separar-se da Gondwana e moveu-se em direção à Ásia. O que aconteceu quando a placa indiana colidiu com a placa euroasiática?

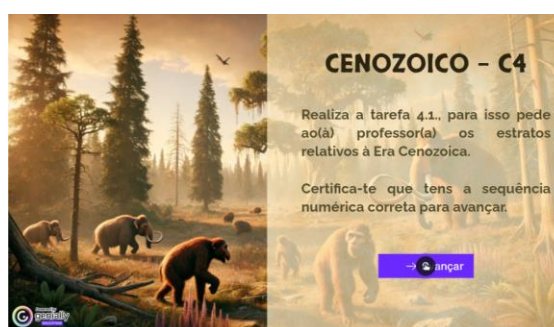
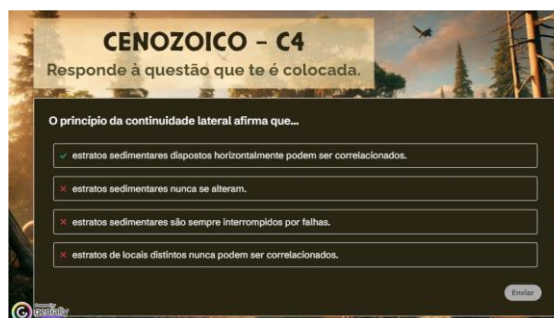
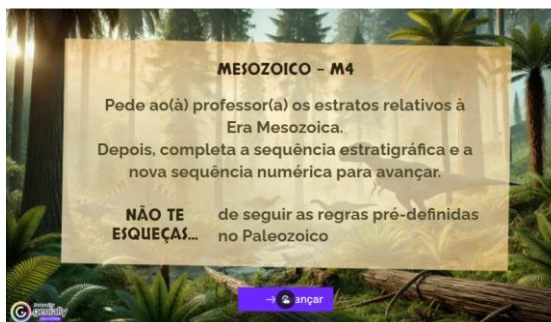
- ☒ Houve colisão continental, dando origem à formação dos Himalaias
- ☐ Formou-se uma zona de subdução e um arco vulcânico
- ☐ Ocorreu um limite transformante, originando falhas como a de Santo André
- ☐ Formou-se um rifte e deu-se a abertura de um novo oceano

MESOZOICO - M2
Com a ajuda da tabela do exercício 2.1. responde às escolhas múltiplas que te são colocadas.

Enviar

MESOZOICO - M3
Lê o texto e responde às questões 3.1. e 3.2. no teu guião de exploração.

→ ançar



Apêndice 8 – Guião de Exploração e Correção

PORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Biologia e Geologia – 10.º ano
Professora Beatriz Sousa

Nome: _____ Classificação: _____
Turma: _____ Nº _____ Data: ____/____/____

Contextualização da Escape Room Virtual

Este guião serve para registares respostas e refletires sobre os desafios da Escape Room Virtual (ERV), dividida em Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico. A ERV realiza-se no Genialty, e é lá onde encontrarás as orientações. Para avançares, mantém-te atento aos detalhes e dica em locais secretos. As seções deste guião surgem em tom alaranjado na sequência estratigráfica e acastanhado para informação. Preenche cada secção à medida que avanças.

Grupo I – Era Paleozóica

1. P1

1.1. Decifra o seguinte enigma:

*"Vivem onde a Terra os colocou,
Dizendo por onde passaram.
Não marcam o tempo, mas sim o lugar,
Revelam se já foi terra ou mar.
Se este enigma queres decifrar,
Quais destes fósseis contam onde foi o seu lar?"*

1.2. Selecciona os quatro fósseis corretos:

a) Trilobites c) Homo e) Magnólia
b) Amonites d) Braquilópodes f) Estromatolitos

1.3. Se estes fósseis não tivessem sido preservados, de que forma o nosso conhecimento sobre a História da Terra seria afetado?

2. P2

2.1. Decifra o seguinte enigma:

*"Entre vestígios de Eras passadas,
Existem marcas em rochas guardadas.
Vivem por pouco, mas por toda a parte,
São chaves do tempo e escurturas de arte.
Se queres avançar sem hesitação,
Descobre que fósseis marcam a datação."*

1 de 14

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

2.2. Selecciona os 2 fósseis corretos:

a) Trilobites c) Homo e) Magnólia
b) Amonites d) Graptolitos f) Estromatolitos

2.3. Quais foram as características dos fósseis que te ajudaram a identificar a resposta correta?

2.4. Prevê, através da análise dos cantões dos fósseis do Paleozoico, em que ambiente, aquático ou terrestre, surgiu a vida na Terra. Justifica a tua resposta.

3. P3

3.1. Com base na informação fornecida, determina a idade do fóssil de *Lepidodendron*.

O registo fóssil de um *Lepidodendron* foi encontrado numa camada geológica. Esta planta, semelhante aos musgos atuais, dominava as paisagens durante um período específico do Paleozoico, e a decomposição das suas florestas contribuiu para os depósitos de carvão usados atualmente (Fig. 1). Os geólogos utilizam o decaimento de isótopos radioativos para calcular a idade dos minerais das rochas (Grf. 1) e, assim, determinar a idade dos fósseis. Através da análise do mineral associado ao fóssil, foi identificado o isótopo Urânio-235, que decai para Chumbo-207, com uma semivida de 704 milhões de anos.

Figura 1- Mineral ampliado de um fóssil de *Lepidodendron*.
Adaptado de: <https://tinyurl.com/9b7hsk4>

Gráfico 1- Tabela do Decaimento Radioativo ao longo do tempo.

Quantidade de isótopo-pai: _____
Quantidade de isótopo-filho: _____
Tempo de semivida do par de isótopos: _____
Porcentagem de isótopos-pai: _____

Tempo de semivida do mineral: _____
Idade estimada do fóssil: _____
Período geológico correspondente: _____

2 de 11

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

Grupo II – Era Mesozóica

4. P4 – Sequência Estratigráfica

4.1. Utiliza o modelo de gavetas de plástico (Fig. 2) e os cantões das espécies para organizar corretamente os estratos da Era Paleozóica, segundo estas regras:

- Cada estrato é representado por uma fita de papel colorida (Fig. 3). Apenas um estrato de cada cor pode estar presente na sequência.
- Ordena os períodos do Paleozoico (Fig. 4) respeitando os princípios estratigráficos:
 - Identidade paleontológica;
 - Sobreposição dos estratos;
 - Horizontalidade inicial.

Figura 2- Modelo da sequência estratigráfica

Figura 3- Exemplo de estratos nas fitas de papel coloridas.

Figura 4 - Exemplo de colocação de um estrato na coluna estratigráfica.

Após organizares corretamente os estratos, terás de decodificar um número secreto para avançar para a Era Mesozoica. O enigma seguinte dá-te pistas sobre onde e como encontrar os números escondidos nos estratos do Paleozoico:

*"Nas rochas antigas, a história ficou,
Escrita no tempo que o mundo guardou.
Mas nem tudo os olhos podem ver,
A luz certa te irá responder.
Se queres os números que o passado escondeu,
Procura na sombra e revela o que é teu."*

Número Secreto (pela ordem de deposição dos estratos, ou seja, do mais antigo para o mais recente):

3 de 11

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

Grupo II – Era Mesozóica

1. M1

1.1. As imagens abaixo representam diferentes momentos da história geológica da Terra. Preenche os espaços em branco indicando o período geológico correspondente e há quantos milhões de anos ocorreu cada configuração continental.

A **B** **C**

D **E**

1.2. Ordena cronologicamente as imagens de A a E, da mais antiga para a mais recente.

2. M2

Nesta secção do Mesozoico utiliza o simulador PhET: Plate Tectonics, disponível no ambiente de trabalho, para explorar os diferentes tipos de limites tectónicos e os fenómenos associados.

A janela principal (Fig. 5) apresenta os seguintes elementos:

- Modo de controlo: No canto superior, podes seleccionar entre "Modo Automático" e "Modo Manual" para manipular as placas tectónicas.
- Ferramentas de análise: No fundo, encontras a "Caixa de Ferramentas" e a secção "Visualizar", onde podes ativar opções como densidade, temperatura e rotulos para observar variações nos materiais.

4 de 11



Figura 5 - Janela do simulador das placas tectónicas.

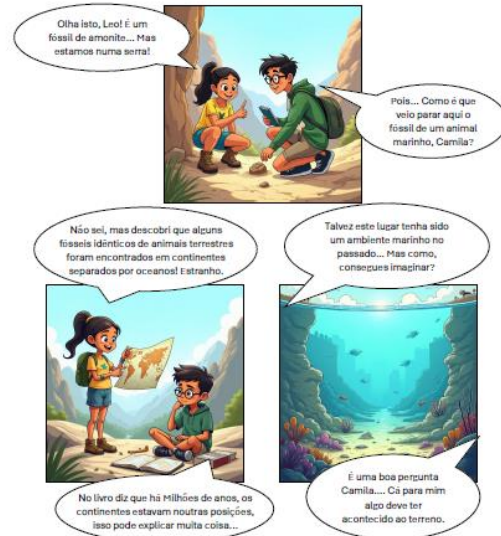
2.1. Testa as diferentes interações entre placas tectónicas que fazem, no simulador, e regista na tabela os fenómenos observáveis, como subdução, rift, vulcanismo, cadeias montanhosas, falhas, etc.

Limites	Placas	Fenómenos observáveis
Convergentes	Continental - Continental	
	Continental - Oceânica	Colisão de placas; Cria-se uma fossa oceânica; Subdução da crosta oceânica; Formação de vulcões na margem continental;
	Oceânica Recente - Oceânica Antiga	Colisão de placas; Cria-se uma fossa oceânica; Subdução da crosta oceânica antiga; Formação de vulcões/lhas vulcânicas na margem oceânica recente;
Divergentes	Continental - Continental	
	Oceânica - Oceânica	Afastamento de placas; Formação de um rift; Formação de crosta oceânica recente a partir do rift.
Transformantes	Continental - Continental	Não há destruição nem construção de crosta; Formação de uma falha; Deslocamento lateral entre placas;
	Oceânica - Oceânica	

5 de 11

Guia de Exploração | Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora Beatriz Sousa

Lê a banda desenhada e responde as questões que te são colocadas.



A Teoria da Tectónica de Placas permitirá explicar os fenómenos que a Camila e o Leo observaram.

2.2. Porque é que podemos encontrar fósseis de organismos marinhos em montanhas?

6 de 11

Guia de Exploração | Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora Beatriz Sousa

2.3. De que forma a Teoria da Tectónica de Placas explica a presença de fósseis da mesma espécie em continentes diferentes?

3. M3

Lê o texto e responde as questões que se seguem.

Os registos geológicos mostram que há cerca de 65 milhões de anos ocorreu um evento catastrófico que levou à extinção de cerca de 75% das espécies, incluindo os dinossauros. Entre as evidências mais marcantes desse evento está a camada de Irídio (Fig. 6) encontrada em estratos rochosos da mesma idade em várias partes do mundo. O Irídio é um elemento raro na crosta terrestre, mas abundante em meteoritos.

Além disso, a mesma época coincide com intensa atividade vulcânica, como, por exemplo, na província do Decão, na Índia, que lançou grandes quantidades de gases e partículas na atmosfera, alterando o clima global. Acredita-se que a combinação entre o impacto de um grande meteorito na atual cratera de Chicxulub, no Golfo do México (Fig. 7), e essa atividade vulcânica tenha provocado um bloqueio da luz solar, resultando num arrefecimento global e em desequilíbrios ecológicos severos.

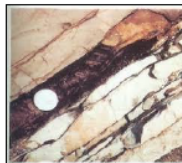


Figura 6 - Camada de irídio com concentração elevada em Irídio encontrada em Itália. Retirado de: <https://shorturl.at/BNNDio>

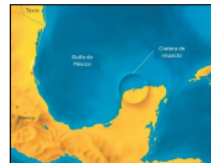


Figura 7 - Imagem representativa da cratera de impacto de Chicxulub. Adaptado de: <https://shorturl.at/BKRLQ>

3.1. Associa corretamente cada conceito à consequência ou explicação mais adequada.

Conceito	Descrição
1. Camada de Irídio	A. Estrutura geológica resultante do impacto que terá contribuído para uma crise ecológica global.
2. Cratera de Chicxulub	B. Desaparecimento de grande parte das espécies, causado por alterações ambientais rápidas e intensas.
3. Província do Decão	C. Evidência de origem extraterrestre associada ao impacto de um meteorito.

7 de 11

Guia de Exploração | Escala do Tempo Geológico - Escape Room
Professora Beatriz Sousa

4. Arrefecimento global	D. Zona de intensa atividade vulcânica que libertou gases e partículas que alteraram a composição da atmosfera.
5. Extinção em massa	E. Consequência da redução da luz solar, com impacto no clima e nos ecossistemas.

1. ____; 2. ____; 3. ____; 4. ____; 5. ____.

3.2. Ordena as frases de acordo com a sua sequência cronológica provável, com base na informação do texto.

- Formação da cratera de Chicxulub devido ao impacto de um meteorito.
- Bloqueio da luz solar causado pela poeira e pelos gases libertados.
- Extinção de cerca de 75% das espécies, incluindo os dinossauros.
- Emissão de gases e partículas na atmosfera devido à atividade vulcânica no Decão.
- Arrefecimento global e alterações climáticas severas.

4. M4 - Sequência Estratigráfica

4.1. Completa a sequência estratigráfica com os estratos corretos do Mesozoico, utilizando as regras definidas anteriormente na Era Paleozóica. Escreve a nova sequência numérica.

Grupo III - Era Cenozoica

Utiliza o simulador Earth Viewer (Fig. 8) cujo link está no Genially para resolver os desafios C1, C2 e C3 do Cenozoico.

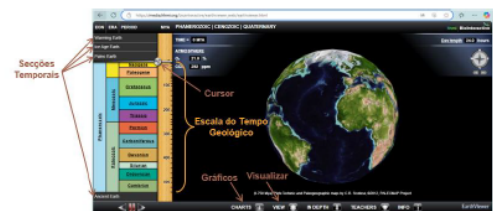


Figura 8 - Janela do simulador Earth Viewer

8 de 11

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

1. C1

Responde às seguintes questões tendo por base a secção temporal "Paleo Earth":

- 1.1. Em que período da escala do tempo geológico a Antártida começou a formar depósitos glaciares?
 - a) Neogénico
 - b) Quaternário
 - c) Paleogénico
 - d) Oligocénico
- 1.2. Durante o Cenozoico, quais foram as principais mudanças no movimento das placas tectónicas?
 - a) O Oceano Atlântico continuou a expandir-se devido ao afastamento das placas.
 - b) As placas permaneceram exatamente na mesma posição desde o início do Cenozoico.
 - c) A placa Pacífica começou a afastar-se da América do Norte, criando o Oceano Atlântico.
 - d) A Antártida moveu-se para o norte, causando um aumento das temperaturas globais.
- 1.3. Verifica há quanto tempo se deu o aparecimento do género Homo e comenta a seguinte afirmação de Henry Gee: "Qual será o legado humano? Quando comparado ao período da vida na Terra, nenhum."

2. C2

Responde às seguintes questões tendo por base a secção temporal "Ice Age Earth":

- 2.1. No separador "Charts", analisa os níveis de CO₂ na atmosfera ao longo do Cenozoico. Que padrão consegues identificar?
 - a) O CO₂ manteve-se constante durante todo o Cenozoico.
 - b) Houve um aumento acentuado nos tempos mais recentes.
 - c) O CO₂ diminuiu de forma gradual e nunca voltou a aumentar.
 - d) As concentrações de CO₂ sempre oscilaram sem qualquer padrão.
- 2.2. Ainda no separador "Charts", o que podes concluir sobre a evolução da temperatura global ao longo do tempo?
 - a) A temperatura global caiu abruptamente no Holocénico e manteve-se constante desde então.
 - b) Houve um aumento acentuado nos tempos mais recentes.
 - c) A temperatura manteve-se constante durante todo o Quaternário.
 - d) A temperatura diminuiu de forma gradual e nunca voltou a aumentar.

9 de 11

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

2.3. O que aconteceu as calotes polares do Ártico à medida que te aproximas do presente?

- a) Expandem-se devido ao arrefecimento global.
- b) Mantêm-se estáveis, sem grandes variações.
- c) Diminuem significativamente devido ao aumento das temperaturas.
- d) Alternam entre expansão e retração, sem uma tendência definida.

2.4. Com base nas tendências observadas, o que poderá acontecer as calotes polares da Antártida no futuro?

- a) Expandem-se devido ao arrefecimento global.
- b) Mantêm-se estáveis, sem grandes variações.
- c) Diminuem significativamente devido ao aumento das temperaturas.
- d) Alternam entre expansão e retração, sem uma tendência definida.

2.5. Através do separador "Charts" que alterações podes observar no nível das águas do mar ao longo do tempo?

- a) Aumenta devido ao aquecimento global.
- b) Mantêm-se estáveis, sem grandes variações.
- c) Diminui significativamente devido ao aumento das temperaturas.
- d) Alternam entre expansão e retração, sem uma tendência definida.

2.6. As variações de CO₂, de temperatura, do nível médio das águas do mar e o degelo das calotes polares estão interligados. Explica como esses fatores se influenciam mutuamente.

3. C3

Responde à questão seguinte tendo por base a secção temporal "Warming Earth":

- 3.1. No separador "Charts", analisa o gráfico da biodiversidade e observa as mudanças recentes. O que podes concluir sobre o número de espécies nos últimos tempos?
 - a) O número de espécies manteve-se estável ao longo dos últimos séculos.
 - b) Houve um aumento na biodiversidade devido ao crescimento das populações humanas.
 - c) A biodiversidade aumentou devido as mudanças climáticas e a adaptação das espécies.
 - d) O número de espécies tem diminuído significativamente, o que pode indicar uma possível extinção em massa.

10 de 11

Guião de Exploração | Escala do Tempo Geológico – Escape Room
Professora Beatriz Sousa

4. C4 – Sequência Estratigráfica

- 4.1. Completa a sequência estratigráfica com os estratos corretos do Cenozoico, utiliza as regras definidas na Era Paleozóica. Escreve a nova sequência numérica: _____

- 4.2. Completa a sequência estratigráfica, mais pequena (3 estratos) utilizando os seguintes princípios estratigráficos:
 - Identidade paleontológica;
 - Sobreposição dos estratos;
 - Horizontalidade inicial;
 - Inclusão;
 - Interseção;
 - Continuidade lateral.

Escreve a sequência numérica: _____

Parabéns, chegaste ao fim da Escape Room Virtual!

Soluções e Critérios de Avaliação:

Grupo I - Paleozoico

1. P1

- 1.1. Fósseis de fósseis
- 1.2. Trilobites; Amonites; Braquiópodes; Estromatólitos.
- 1.3. Tópicos de resposta:
 - Os fósseis de fósseis ajudam a reconstruir os ambientes do passado (ex.: mares rasos, recifes, deltas).
 - Sem estes fósseis, seria mais difícil compreender a evolução dos ecossistemas e as condições ambientais ao longo do tempo.
 - E por isso, a correlação entre ambientes passados e atuais seria mais difícil de estabelecer.

2. P2

- 2.1. Fósseis de idade
- 2.2. Trilobites; Graptólitos.
- 2.3. As amonites são consideradas bons fósseis de idade, mas não da Era Paleozóica. Os outros fósseis não são considerados bons fósseis de idade porque não têm uma ampla distribuição geográfica.

- 2.4. Tópicos de resposta:
 - A vida surgiu provavelmente em ambiente aquático.
 - Os fósseis mais antigos encontrados pertencem a organismos marinhos (ex.: trilobites, graptólitos).

3. P3

- 3.1. Quantidade de isótopo-pai: 15
Quantidade de isótopo-filho: 5
Tempo de semivida do par de isótopos: 704 Ma
Porcentagem de isótopo-pai: 75%
Tempo de semivida do mineral: 0,5 semividas
Idade estimada do fósil: 352 Ma
Período geológico correspondente: carbonífero

4. P4

- 4.1. O enigma remete à utilização da luz UV no verso dos estratos para identificação da sequência numérica.
Nº: 2412157132 (24; 12; 15; 7; 13; 2);

Grupo II - Mesozoico

1. M1

- 1.1. A – Permiano; 250 Ma.
B – Jurássico; 145 Ma
C – Atualmente.

D – Cretácico; 65 Ma.

E – Triássico; 200 Ma.

1.2. A; E; B; D; C

2. M2

2.1.

Limites	Placas	Fenómenos observáveis
Convergentes	Continental - Continental	Colisão de placas; Orogenia (Formação de cadeias montanhosas); Não há subdução;
	Continental - Oceânica	Colisão de placas; Cria-se uma fossa oceânica; Subdução da crosta oceânica; Formação de vulcões na margem continental;
	Oceânica Recente - Oceânica Antiga	Colisão de placas; Cria-se uma fossa oceânica; Subdução da crosta oceânica antiga; Formação de vulcões/lhas vulcânicas na margem oceânica recente;
Divergentes	Continental - Continental	Afastamento de placas; Formação de um rift; Formação de crosta oceânica recente a partir do rift.
	Oceânica - Oceânica	Afastamento de placas; Formação de um rift; Formação de crosta oceânica recente a partir do rift.
Transformantes	Continental - Continental	Não há destruição nem construção de crosta; Formação de uma falha; Deslocamento lateral entre placas;
	Oceânica - Oceânica	Não há destruição nem construção de crosta; Formação de uma falha; Deslocamento lateral entre placas;

2.2. Tópicos de resposta:

- A colisão entre placas tectónicas em limites convergentes pode levar a elevação de antigos fundos oceânicos, formando montanhas.
- Esse processo transporta fósseis marinhos para altitudes elevadas, explicando a sua presença em cadeias montanhosas.

2.3. Tópicos de resposta:

- No passado, os continentes estavam unidos numa única massa terrestre (Pangeia), permitindo a distribuição de organismos semelhantes em diferentes regiões.
- O afastamento das placas tectónicas separou os continentes, formando oceanos entre eles e deixando fósseis da mesma espécie em áreas que hoje estão distantes.

3. M3

3.1. 1-C; 2-A; 3-D; 4-E; 5-B.

3.2 a); d); b); e); c).

4. M4

4.1. Nº: 241215713218264 (24; 12; 15; 7; 13; 2; 18; 26; 4)

Grupo III - Cenozoico

1. C1

1.1 c)

1.2 a)

1.3 Tópicos de resposta:

- O género Homo surgiu há cerca de 2,5 milhões de anos, uma fração mínima da história da Terra.
- Comparado com a duração das eras geológicas, a existência humana é insignificante em termos de tempo.

2. C2

2.1 c)

2.2 c)

2.3 b)

2.4 b)

2.5 c)

2.6 Tópicos de resposta:

- O aumento do CO₂ atmosférico intensifica o efeito de estufa, levando ao aumento da temperatura global.
- O aumento da temperatura provoca o degelo das calotes polares, libertando água doce nos oceanos.
- O degelo contribui para a elevação do nível médio do mar, que pode causar a inundação de zonas costeiras.

3. C3

3.1 d)

4. C4

4.1 Nº: 241215713218264316 (24; 12; 15; 7; 13; 2; 18; 26; 4; 3; 1; 6)

4.2 Nº: 17922 (17; 9; 22)

Apêndice 9 – Estratos da Sequência Estratigráfica e Legenda

Estratos Corretos Paleozoico
 Número secreto de cada estrato (de cima para baixo): 2; 13; 7; 15; 12; 24.

Estratos da 2.ª sequência estratigráfica (corretos e errados)
 Número secreto de cada estrato (de cima para baixo): 22; 9; 17; 25; 30; 27.

Estratos Errados Paleozoico
 Número secreto de cada estrato (de cima para baixo): 16; 10; 20; 28; 11; 23.

Legenda:

Estromatólitos	Ammonoidea	Tyrannosaurus rex
Archaeopteryx	Ichthyosauria	Ginkgo biloba
Cooksonia	Otodus megalodon	Magnolia
Trilobita	Paraceratherium	Archaeopteryx
Dimetrodon	Homo	Ichthyostega
Morganucodon	Lepidodendron	Brachiopoda
Graptoloidea	Intrusão Magmática	Mammuthus
	Falha	

Estratos Corretos Mesozoico e Cenozoico
 Número secreto de cada estrato (de cima para baixo): 4; 26; 18; 6; 1; 3.

Estratos Errados Mesozoico e Cenozoico
 Número secreto de cada estrato (de cima para baixo): 5; 19; 14; 8; 21; 29.

Apêndice 10 – Fotografias dos alunos durante a IP

Aula 2



Aula 3



Anexos

Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética



Parecer

Ref.: Proc. CE2024/p175

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Beatriz Alves Silva Oliveira de Sousa no âmbito do projeto intitulado “Escape Room Virtual para o Ensino da Geologia no 10.º ano: Uma Investigação-Ação sobre a Compreensão do Tempo Geológico”, a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse projeto, uma vez que estão garantidos o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos menores de idade bem como o assentimento informado desses mesmos alunos participantes no projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 28 de janeiro de 2025

O Presidente da Comissão de Ética