

Aprender sobre rochas magmáticas no 11.º ano de escolaridade com recurso ao trabalho prático no Ensino orientado para a aprendizagem por investigação

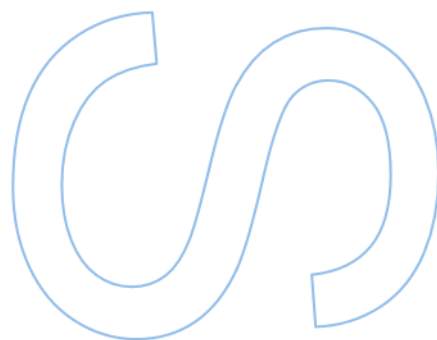
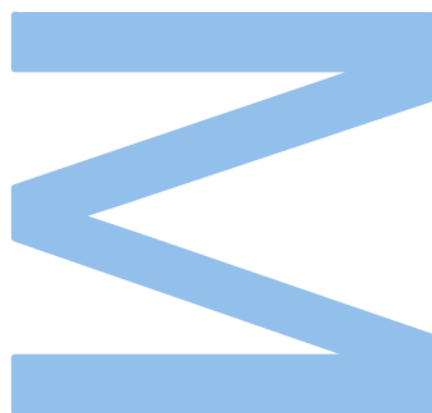
Inês Sofia Medeiros Morais

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



Aprender sobre rochas magmáticas no 11.º ano de escolaridade com recurso ao trabalho prático no Ensino orientado para a aprendizagem por investigação

Inês Sofia Medeiros Morais

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

Orientadora

Cecília Guerra, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto



Agradecimentos

Com o terminar de mais uma etapa na minha vida, não poderia deixar de expressar o meu sincero reconhecimento e agradecimento a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste relatório de estágio e que me acompanharam durante esta etapa tão importante da minha vida profissional.

Em primeiro lugar, expresso a minha sincera gratidão à minha orientadora, Professora Cecília Guerra, pelo auxílio e apoio ao longo de todo o processo de investigação e elaboração deste relatório.

Agradeço igualmente à professora cooperante, por todo o apoio ao longo do ano letivo e pela partilha de conhecimento e experiências que permitiram a minha integração no quotidiano escolar.

Aos meus alunos, a quem tive o privilégio de ensinar e, sobretudo, de aprender. Obrigado por cada momento partilhado e por me fazerem sentir verdadeiramente acarinhada ao longo deste ano letivo.

Aos meus amigos, pela partilha, pela companhia e pelas memórias construídas ao longo do mestrado. Um agradecimento especial à minha companheira de estágio, obrigada por cada incentivo, pelas conversas intermináveis, pelos desabafos e pelos sorrisos que fizeram toda a diferença.

À minha família, por me inspirarem diariamente, pelo apoio incondicional e pelo amor constante fundamental em toda a minha vida.

Ao meu namorado, por todo o carinho, compreensão e amor que acrescentas à minha vida. Obrigado por todos os conselhos, pela paciência e por me desafiares a ser sempre melhor.

Resumo

O ensino da Geologia apresenta diversos desafios, sobretudo no que se refere à compreensão de processos que não são diretamente observáveis e que ocorrem em escalas temporais e espaciais muito distantes da experiência quotidiana dos alunos. Neste contexto, as metodologias de ensino ativas, como o Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI), têm-se revelado eficazes. Ao espelhar o método científico, o EOAI permite aos alunos formular hipóteses, conduzir investigações e interpretar dados, promovendo aprendizagens mais autónomas e críticas.

O presente estudo teve como objetivo investigar de que modo a metodologia de EOAI, aliada ao trabalho prático, contribui para o desenvolvimento de competências investigativas e para a consolidação das aprendizagens essenciais no tema das rochas magmáticas. A investigação foi implementada a uma amostra de 16 alunos do 11.º ano de escolaridade e teve por base uma sequência didática, intitulada “*Questionar, investigar e concluir – uma investigação sobre as rochas magmáticas*”. A recolha de dados foi realizada através da observação participante e da análise de vários instrumentos como, teste diagnóstico e de aferição de conhecimentos, mapas de conceitos, grelha de observação, V de Gowin e uma rubrica de avaliação. Os dados foram analisados através de métodos qualitativos e quantitativos.

Os resultados obtidos revelam progressos significativos nas aprendizagens relativas à génese, classificação e diversidade das rochas magmáticas. Verificou-se também o desenvolvimento de competências investigativas como a formulação de questões, interpretação de dados e colaboração em grupo. Além disso, observou-se um aumento da participação ativa dos alunos nas aulas e uma melhor articulação entre conceitos teóricos e práticos.

Conclui-se que a aplicação do EOAI, articulado com o trabalho prático, facilita a aprendizagem e contribui para o desenvolvimento de competências investigativas. Esta metodologia promove aprendizagens mais autónomas, incentivando os alunos a adotar uma atitude crítica e investigativa perante os fenómenos naturais.

Palavras-chave: aprendizagem, competências investigativas, ensino orientado para a aprendizagem por investigação, trabalho prático, rochas magmáticas, investigação-ação.

Abstract

The teaching of Geology presents several challenges, particularly in understanding processes that are not directly observable and that occur on temporal and spatial scales far removed from students' everyday experience. In this context, active teaching methodologies, such as Inquiry-Based Learning (IBL), have proven to be effective. By mirroring the scientific method, IBL enables students to formulate hypotheses, conduct investigations, and interpret data, fostering more autonomous and critical learning.

This study aimed to investigate how the IBL methodology, combined with practical work, contributes to the development of investigative skills and the consolidation of essential learning in the topic of igneous rocks. The research was implemented with a sample of sixteen 11th grade students and was based on a didactic sequence entitled “Question, Investigate and Conclude – an investigation on igneous rocks.” Data collection was carried out through participant observation and the analysis of various instruments, such as diagnostic and knowledge assessment tests, concept maps, observation grids, Gowin's V diagrams, and an evaluation rubric. The data were analysed using both qualitative and quantitative methods.

The results revealed significant progress in learning related to the genesis, classification, and diversity of igneous rocks. There was also evidence of the development of investigative skills, such as formulating questions, interpreting data, and working collaboratively. Furthermore, an increase in students' active participation in class and a better connection between theoretical and practical concepts were observed.

It is concluded that the implementation of IBL, in conjunction with practical work, facilitates learning and supports the development of investigative skills. This methodology promotes more autonomous and meaningful learning, encouraging students to adopt a critical and investigative attitude towards natural phenomena.

Keywords: learning, investigative skills, inquiry-based learning, practical work, igneous rocks, action research.

Índice

Lista de Tabelas	vi
Lista de Gráficos	vi
Lista de Figuras	vi
Lista de Quadros	vii
Lista de Abreviaturas	viii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação	1
1.1.1. Caracterização da turma e identificação da problemática	3
1.2. Questão e objetivos da investigação	5
1.3. Organização do relatório de estágio	7
2. Enquadramento teórico.....	9
2.1. Ensino da Geologia de Rochas Mágmatas	9
2.2. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação	11
2.3. Trabalho prático em Geociências	13
3. Sequência didática	16
3.1. Planificação	16
3.1.1. Aula 1	17
3.1.2. Aula 2	17
3.1.3. Aula 3	17
3.1.4. Aula 4	18
3.1.5. Aula 5	19
3.1.6. Aula 6	20
4. Metodologia de Investigação	22
4.1. Investigação-Ação.....	22
4.2. Caracterização da Amostra	23
4.3. Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados.....	24
4.3.1. Observação participante	25

4.3.2.	Recolha documental	26
4.4.	Validade e fidelidade do estudo.....	28
4.5.	Questões de Ética	29
4.6.	Cronograma	30
5.	Resultados e Discussão	31
5.1.	Aprendizagem sobre rochas magmáticas.....	31
5.1.1.	Resultados do Pré e Pós-teste	31
5.1.2.	Resultados dos Mapas de Conceitos.....	37
5.2.	Competências de investigação.....	39
5.2.1.	Resultados do Trabalho Prático.....	40
5.2.2.	Resultados da Rúbrica de avaliação da SCV.....	44
6.	Conclusão.....	46
6.1.	Síntese conclusiva	46
6.2.	Limitações do estudo.....	47
6.3.	Sugestões para futuras investigações	48
	Referências Bibliográficas	49
	Apêndices.....	55
	Apêndice 1 – Diário da PI, dia 18 de setembro de 2024	55
	Apêndice 2 – SD da intervenção pedagógica	56
	Apêndice 3 – Pré e pós-teste implementado	58
	Apêndice 4 – <i>PowerPoint</i> sobre a génese e classificação das rochas magmáticas (Aula 2)	59
	Apêndice 5 - V de Gowin_1: A influencia da composição mineralógica na cor das rochas magmáticas	60
	Apêndice 6 – V de Gowin_2 – A influência de velocidade de arrefecimento na cristalização das rochas magmáticas	61
	Apêndice 7 – Guião da Saída de Campo Virtual	62
	Apêndice 9 – Declaração de consentimento informado para alunos menores e declaração de assentimento informado	64

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultados do pré-teste e do pós-teste: médias e distribuições absolutas e relativas. Legenda – Abs.: frequência absoluta; Rel.: frequência relativa; Neg.: classificações negativas; Pos.: classificações positivas.	31
Tabela 2 - Médias obtidas pelos alunos nas duas atividades realizadas com o V de Gowin.	40

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Médias normalizadas dos resultados dos alunos no pré-teste e no pós-teste relativamente às questões Q2, Q6, Q7, Q9 e Q11, associadas à génese das rochas magmáticas. As barras de erro representam o desvio padrão.	33
Gráfico 2 – Resultados médios normalizados por questão no pré-teste e no pós-teste, associadas aos subtemas de composição química, composição mineralógica, textura e cor. As barras de erro representam o desvio padrão.	35
Gráfico 3 - Médias normalizadas dos resultados dos alunos no pré-teste e no pós-teste, relativamente às questões associadas à diversidade das rochas magmáticas (Q3 e Q7). As barras de erro representam o desvio padrão.	37
Gráfico 4 - Resultados da avaliação do primeiro Mapa de Conceitos (Aula 1) por grupo.	38
Gráfico 5 - Resultados da avaliação do primeiro Mapa de Conceitos (Aula 3) por grupo.	38
Gráfico 6 - Resultados da avaliação do V de Gowin_1 e V de Gowin_2.	41
Gráfico 7- Resultados da avaliação da grelha de observação.....	43
Gráfico 8 - Resultados da Rúbrica de avaliação por critério.....	44

Lista de Figuras

Figura 1 - Fases e subfases da metodologia EOAI (Pedaste et al., 2015, p.56).....	12
Figura 2 - Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2000, p.79).	14
Figura 3 - Registo fotográfico do TL.....	18
Figura 4 - Registo fotográfico do TE.	19
Figura 5 - Registo das respostas dos alunos na plataforma <i>Padlet</i> , durante a SCV....	20

Figura 6 - Representação de um modelo de Investigação-Ação, espiral de ciclos (adaptado de Coutinho, 2014, p.415).....	22
Figura 7 - Resposta à questão Q11, redigida pelo aluno 13. (A) Resposta do pré-teste. (B) Resposta do pós-teste.	34
Figura 8 - Resposta à questão Q10, redigida pelo aluno 9. (A) Resposta do pré-teste. (B) Resposta do pós-teste.	36
Figura 9 - Mapas de conceitos, produzidos pelo grupo 3. (A) Mapa de conceitos, realizado na Aula 1. (B) Mapa de conceitos, realizado na Aula 3.....	39

Lista de Quadros

Quadro 1 - Objetivos científicos, pedagógicos e profissionais.....	6
Quadro 2 - Aprendizagens Essenciais do Domínio Magmatismo e Rochas Mágmatas.	7
Quadro 3 - Aprendizagem Essencial Transversal a ser abordada na investigação.	7
Quadro 4 – Rochas magmáticas mais frequentes, distribuídas de acordo com a respetiva textura e cor.....	10
Quadro 5 - Distribuição dos conteúdos, competências investigativas e instrumentos de análise de dados ao longo das aulas da sequência didática.	16
Quadro 6 - Descrição das aulas da SD, repetitivas AE e competências PASEO.	21
Quadro 7 - Técnicas e instrumentos de recolha de dados e técnicas de análise de dados utilizados nesta investigação.	24
Quadro 8 - Critérios de observação individual e respetivos níveis de desempenho.	25
Quadro 9 - Critérios de avaliação, pontuação e diferentes níveis de desempenho.	27
Quadro 10 - Critérios da rubrica de avaliação dos grupos e respetivos níveis de desempenho.....	28
Quadro 11 - Cronograma do trabalho e implementação do PII	30
Quadro 12 - Associação entre os conteúdos do pré e pós-teste, as questões que os avaliam (Q1 a Q11) e as AE correspondentes, de acordo com o tema das rochas magmáticas.	32

Lista de Abreviaturas

AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
IA	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO
PASEO	PERFIL DOS ALUNOS À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA
PII	PLANO DE INTERVENÇÃO-INVESTIGAÇÃO
PI	PROFESSORA-INVESTIGADORA
SD	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
SCV	SAÍDA DE CAMPO VIRTUAL
TC	TRABALHO DE CAMPO
TE	TRABALHO EXPERIMENTAL
TL	TRABALHO LABORATORIAL
TP	TRABALHO PRÁTICO

1. Introdução

O capítulo encontra-se organizado em três secções. A primeira apresenta a contextualização da investigação, incluindo a caracterização da turma e a identificação da problemática da investigação. A segunda secção expõe a questão de investigação, os objetivos definidos e as aprendizagens essenciais envolvidas. Por fim, a terceira secção descreve o plano geral da investigação.

1.1. Contextualização da investigação

Durante a formação inicial de professores, a realização de uma investigação assume um papel fundamental ao promover a consciencialização sobre a importância da monitorização da intervenção pedagógica, tendo como base as evidências recolhidas ao longo da prática (Luo, 2017). Este processo incentiva uma postura reflexiva e investigativa, habilitando os futuros professores a identificar fragilidades no processo de ensino-aprendizagem e a adaptá-lo às necessidades dos alunos (Freitas et al., 2024).

Neste sentido, destaca-se o papel do professor-investigador (PI), cujas competências de observação, questionamento, pesquisa, análise e interpretação de resultados são essenciais para que atue como agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, identificando e propondo soluções para as problemáticas educativas (Brew & Saunders, 2020; Freitas et al., 2024; Nóvoa, 2017).

O professor de ciências deve promover, o desenvolvimento de competências essenciais, como o pensamento crítico e criativo, a argumentação, o raciocínio e a resolução de problemas, de modo a garantir que os alunos aprimoram todas as competências mencionadas no currículo das Aprendizagens Essenciais (AE) (Martins, 2020). Além disso, deve fomentar o trabalho colaborativo entre os alunos, de forma a desenvolver as suas capacidades de comunicação e cooperação.

A metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI) assume particular relevância neste cenário, pois visa preparar os alunos para os desafios da sociedade atual através da promoção de competências investigativas (Firman et al., 2019). Esta metodologia permite que os alunos se envolvam ativamente na construção do conhecimento, desenvolvendo autonomia, espírito crítico e colaboração, com o professor a assumir o papel de facilitador do processo (Huang, 2022; Martins, 2020).

Quando é proposto aos alunos realizar atividades que envolvam investigação, estas têm um maior impacto, pois incentivam um envolvimento ativo dos alunos e promovem o desenvolvimento de diversas competências (Leite, 2001). No caso de Biologia e Geologia, é essencial garantir que as atividades práticas não se limitam à reprodução mecânica de conteúdos, mas que estimulem o raciocínio, o pensamento crítico e a aprendizagem, alinhando-se com os objetivos dos programas educativos (Dourado, 2010).

Neste contexto do ensino das ciências seguindo a metodologia de EOAI, surge a relevância da realização do trabalho prático (TP), uma vez que tem desempenhado um papel importante na educação científica (Marshall et al., 2016; Twizeyimana et al., 2024). O objetivo do TP é aprofundar a compreensão dos alunos sobre conceitos e processos científicos através da realização de experiências didáticas que podem ser de carácter laboratorial, experimental e/ou de campo (Oliveira & Bonito, 2023). Este tipo de TP é, geralmente, definido como um conjunto de atividades de aprendizagem das ciências que envolvem a manipulação de materiais, permitindo o desenvolvimento de competências investigativas e a consolidação da compreensão conceptual por parte dos alunos (Sshana & Abulibdeh, 2020).

Desta forma, o TP torna possível diminuir a lacuna entre os conceitos teóricos e as aplicações práticas do mundo real (Abrahams & Millar, 2008; Cabezas, 2021). A implementação do TP no ensino das ciências é influenciada por diversos fatores, incluindo as experiências pessoais dos alunos, a partilha de informação entre colegas de trabalho e a utilização de manuais escolares (Wei et al., 2019).

Os manuais escolares são, frequentemente, utilizados pelos professores como guias para planificar e implementar atividades práticas, uma vez que estes apresentam procedimentos claros e detalhados. Contudo, as atividades práticas presentes nos manuais de Biologia e Geologia enfrentam algumas limitações que podem impactar o desenvolvimento de competências investigativas e críticas nos alunos (Leite, 2001), pois tendem a apresentar atividades com baixo nível de complexidade conceitual e/ou concentram-se em exercícios práticos e procedimentos meramente ilustrativos, o que pode limitar a capacidade dos alunos de interligar a teoria e a prática (Ferreira & Saraiva, 2021).

Deste modo é imperativo que os professores adotem uma postura crítica em relação às atividades de TP propostas nos manuais escolares, adaptando-as quando necessário, permitindo aos alunos desenvolver o pensamento crítico e a aprendizagem ativa (Dourado, 2010; Jamil et al., 2024).

1.1.1. Caracterização da turma e identificação da problemática

O projeto de investigação-intervenção (PII) foi realizado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Pedagógica (IPP) e implementado durante a Prática de Ensino Supervisionada (PES), que ocorreu no segundo ano do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (MEBG), na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), no ano letivo 2024/2025. Neste contexto, pretendeu-se elaborar um PII utilizando a metodologia de EOAI para ensinar sobre rochas magmáticas envolvendo uma turma de 11.º ano de escolaridade, a frequentar a disciplina de Biologia e Geologia, numa escola da região metropolitana do Porto.

A turma do 11.º ano de escolaridade, em geral, caracteriza-se por um grupo de alunos empenhados e com grande sentido de responsabilidade, em relação às tarefas propostas. Demonstram curiosidade pelos conteúdos e vontade de aprender. No entanto, a participação nas aulas poderia ser mais ativa, limitando as suas contribuições apenas quando pedidas pelo professor. Esta falta de participação limita, por vezes, a discussão coletiva de conteúdos e o aprofundamento de aprendizagens.

Durante a fase de observação não participante da PES, mais precisamente no dia 18 de setembro de 2024, foi realizada uma aula de TP, do tipo laboratorial, sobre o tema “Extração de DNA de células vegetais”. Durante a atividade, os alunos demonstraram uma boa conduta no laboratório, respeitando as normas de segurança e mantendo uma postura organizada e colaborativa. Apesar disso, pareceu faltar-lhes uma compreensão clara do propósito da atividade que estavam a realizar (Apêndice 1).

A dificuldade de compreensão do propósito do TP poderá estar relacionada com diversos fatores. Por um lado, o protocolo utilizado apresentava-se como uma sequência de etapas a seguir, sem fornecer uma contextualização clara do objetivo global da atividade ou do significado específico de cada procedimento (Verstege et al., 2022). Por outro lado, a preparação prévia revelou-se insuficiente por parte de alguns alunos, que evidenciaram dificuldades em mobilizar os conhecimentos teóricos necessários à interpretação dos fenómenos observados (Mistry & Gorman, 2020). Estes fatores, em conjunto, terão contribuído para uma reprodução mecanizada da atividade, limitando o seu potencial educativo. A falta de conexão entre a prática realizada e os conceitos teóricos revelou-se evidente na interpretação dos resultados obtidos, que demonstrou pouca clareza e ausência de uma análise crítica e fundamentada dos resultados.

Este défice de entendimento tornou-se ainda mais evidente quando a PI analisou os V de Gowin elaborados individualmente, pelos alunos, durante a aula seguinte. De um

modo geral, alguns não foram críticos na interpretação dos resultados. Por exemplo, ao descreverem a estrutura esbranquiçada que surgiu no álcool etílico, limitaram-se a referir que se tratava de DNA acumulado, sem explicarem que esse efeito se deve à sua insolubilidade no álcool e às diferenças de densidade que permitem a sua separação da mistura. Esta dificuldade levou a PI a refletir sobre a necessidade de reforçar a articulação entre a teoria e a prática (Aguilera & Perales-Palacios, 2019). Desta forma, foi possível identificar a problemática a ser investigada no âmbito do PII.

A escolha da temática para a realização do PII foi também fruto de uma reflexão crítica por parte da PI. Num primeiro momento, a PI sentiu necessidade em alinhar a intervenção pedagógica do PII com a planificação anual do 11.º ano de escolaridade, previamente definida em articulação com a professora cooperante, tendo em conta os conteúdos curriculares previstos para o período de implementação e que, neste caso, se focaria na temática das rochas magmáticas.

A análise prévia da turma, bem como o levantamento de dificuldades evidenciadas pelos alunos na articulação entre teoria e prática, permitiu reconhecer a necessidade de se investir na utilização de metodologias de ensino ativas para abordar esta temática, como o caso do EOAI.

Estudos recentes destacam a relevância de metodologias de ensino ativas, como o EOAI, que espelha o método científico, permitindo aos alunos formular hipóteses, realizar investigação, interpretar dados e concluir de forma fundamentada com base em evidências observadas (Cevik & Surmeli, 2024; Furtak et al., 2012; Mao et al., 1998). Este tipo de metodologia contribui para uma aprendizagem mais autónoma e centrada na resolução de problemas reais.

A Geologia, e em especial, o estudo das rochas, tem vindo a ser apontada por vários autores como uma área particularmente exigente para os alunos, dadas as dificuldades em visualizar e compreender processos que não são diretamente observáveis ou que ocorrem a escalas temporais e espaciais muito distintas da experiência quotidiana (Gobert, 2005; King, 2008; Ormand et al., 2017). A classificação das rochas magmáticas, por exemplo, implica o domínio de múltiplos conceitos (composição, textura, ambiente de formação) e a capacidade de integrar diferentes dimensões do conhecimento geológico.

Neste sentido, a escolha desta temática revelou-se uma oportunidade pertinente para promover a mobilização de competências investigativas dos alunos do 11.º ano de escolaridade, através da exploração do TP laboratorial, experimental e do uso de

ferramentas digitais para exploração de ambientes geológicos através do *Google Earth*, sob a forma de saída de campo virtual. Estas estratégias permitem reforçar a compreensão dos fenómenos geológicos, facilitando a ligação entre diferentes conceitos, processos e contextos reais, potenciando as aprendizagens (Falsaperla, 2022; Keinonen, & Ratinen, 2011).

No contexto do ensino das rochas magmáticas, a abordagem pedagógica deve ir além da simples memorização de conceitos, focado em promover o pensamento crítico e a capacidade de análise e da compreensão dos fenómenos geológicos (Duran & Dökme, 2016). Além disso, a realização de atividades práticas, constitui uma estratégia fundamental para aproximar os alunos dos fenómenos geológicos, permitindo-lhes aplicar conhecimentos teóricos em contextos concretos e observáveis (Hoyer & Hastie, 2022). Esta articulação entre a teoria e prática contribui para diminuir a lacuna entre o que é aprendido em sala de aula e o que ocorre no ambiente natural (Best, 2013).

As saídas de campo desempenham igualmente um papel muito importante ao conectar os conceitos teóricos ao mundo real (Matias, 2019; Ascensão, 2019), pois proporcionam uma observação direta e contextualizada dos processos geológicos. Estas atividades, quando bem estruturadas, permitem a integração de conteúdos teóricos com experiências práticas, promovendo competências como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas (Ascensão, 2019). Neste âmbito, a utilização de ferramentas tecnológicas interativas, como *Google Earth*, possibilita a visualização de formações geológicas tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico (Sousa, 2021), mesmo quando não é viável realizar deslocações físicas. Este tipo de tecnologia torna o processo de aprendizagem mais envolvente e acessível, permitindo a exploração virtual de contextos geológicos diversificados (Fonseca et al., 2005; Lima et al., 2023).

1.2. Questão e objetivos da investigação

Tendo em conta o exposto, procurou-se encontrar resposta para a seguinte questão de investigação *“De que forma a utilização de trabalho prático, no ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI) promove o desenvolvimento de competências investigativas e potencia as aprendizagens essenciais na temática sobre as rochas magmáticas?”*.

De acordo com a questão apresentada, este estudo teve como finalidade avaliar se a utilização de trabalho prático no EOAI promove o desenvolvimento de competências

investigativas e potencia a aprendizagem da temática sobre rochas magmáticas nos alunos do 11.º ano de escolaridade. Tendo em conta a questão de investigação, foram definidos objetivos de diferentes tipologias: científicos, pedagógicos e profissionais, conforme descritos no Quadro 1.

Objetivos	
Científicos	• Identificar os diferentes tipos de rochas magmáticas com base nas suas características; • Compreender as condições de génese, as texturas e as composições mineralógicas das rochas magmáticas; • Distinguir macroscopicamente as diferentes rochas magmáticas.
Pedagógicos	• Potenciar o desenvolvimento de competências investigativas nos alunos através do uso da EOAI; • Estimular a participação ativa e o interesse pela Geologia; • Promover o trabalho colaborativo.
Profissionais	• Potenciar o uso da metodologia de EOAI com recurso ao TP; • Estimular o crescimento profissional docente através de uma ação reflexiva e crítica, de modo a identificar oportunidades de melhoria contínua; • Desenvolver as competências necessárias para o exercício da prática docente.

Quadro 1 - Objetivos científicos, pedagógicos e profissionais.

Importa destacar que os objetivos científicos têm como referência o documento das AE para o 11.º ano de escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia (DGE, 2018). O contexto do PII a desenvolver insere-se no domínio do Magmatismo e rochas magmáticas (Quadro 2), tema integrante das AE, e nas Aprendizagens Essenciais Transversais (Quadro 3). Ambos os documentos são produzidos pela Direção Geral da Educação (DGE), conferindo-lhes legitimidade e alinhamento com as orientações curriculares em vigor. Estas orientações pedagógicas visam garantir o desenvolvimento de competências transversais e de domínio, alinhadas com as áreas de competências inscritas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO), de modo que os alunos desenvolvam um conjunto de competências que possam aplicar no seu dia-a-dia para a resolução de problemas reais (Martins et al., 2017).

Aprendizagens Essenciais de Domínio		
Domínio	Magmatismo e Rochas Mágmatícas	Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese.
		Classificar rochas magmáticas com base na composição química (teor de sílica), composição mineralógica (félsicos e máficos) e ambientes de consolidação.
		Caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riólito e granito (cor, textura, composição mineralógica e química).
		Identificar laboratorialmente rochas magmáticas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas.
		(DGE, 2018, pp. 8-9)

Quadro 2 - Aprendizagens Essenciais do Domínio Magmatismo e Rochas Mágmatícas.

Aprendizagem Essencial Transversal
Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
(DGE, 2018, p.4)

Quadro 3 - Aprendizagem Essencial Transversal a ser abordada na investigação.

Desta forma pretendeu-se com o PII que os alunos desenvolvessem diversas áreas de competências como raciocínio e resolução de problemas (C), pensamento crítico (D), relacionamento interpessoal (D) e desenvolvimento pessoal e autonomia (F). As estratégias adotadas incluem o questionamento, o trabalho prático e o trabalho colaborativo.

1.3. Organização do relatório de estágio

O presente PII encontra-se estruturado em seis capítulos principais: Introdução, Enquadramento Teórico, Plano de Intervenção Pedagógica, Metodologia de Investigação, Resultados e Discussão, e Conclusão.

O capítulo 1 - Introdução apresenta a contextualização da investigação, a identificação da problemática e os objetivos da investigação. Integra ainda a formulação da questão de investigação, as AE mobilizadas e uma descrição da estrutura do relatório.

O capítulo 2 – Enquadramento Teórico desenvolve uma revisão da literatura em torno do ensino da Geologia e de rochas magmáticas, a metodologia de EOAI e a importância do TP no ensino das Geociências.

O capítulo 3 – Plano de Intervenção Pedagógica apresenta a planificação da sequência didática implementada, incluindo as atividades propostas, recursos educativos

desenvolvidos, os objetivos de aprendizagem e as competências a desenvolver pelos alunos.

O capítulo 4 – Metodologia de Investigação está estruturado em cinco secções. Este capítulo descreve a abordagem metodológica baseada na Investigação-Ação (IA). Além disso, são descritos as técnicas e os instrumentos de recolha de dados, que serão utilizados na investigação. Adicionalmente, são abordados os critérios de validade e fidelidade do estudo e as questões éticas associadas à investigação com alunos menores de idade. Apresenta também o cronograma detalhado das fases de implementação do PII.

O capítulo 5 – Resultados e Discussão analisa os dados recolhidos, evidenciando os principais resultados da intervenção e a sua discussão.

Por fim, o capítulo 6 – Conclusão sintetiza os principais contributos da investigação, destacando as aprendizagens decorrentes do processo, bem como perspectivas para futuras investigações.

Por fim, surgem os capítulos das Referências Bibliográficas, onde está presente a literatura que suporta a presente investigação, e dos Apêndices, onde constam todos os documentos necessários para a compreensão total deste PII.

2. Enquadramento teórico

Este capítulo apresenta uma revisão de literatura, com a finalidade de fornecer suporte teórico ao trabalho desenvolvido. O capítulo encontra-se dividido em três secções. Primeiramente, procede-se à revisão de literatura sobre o ensino de geologia e de rochas magmáticas. Além disso, apresenta a metodologia de EOAI, evidenciando o seu papel na construção ativa do conhecimento, na promoção de competências investigativas e no desenvolvimento de pensamento crítico e reflexivo nos alunos. Por fim, uma análise como a utilização do TP é fundamental no processo de aprendizagem.

2.1. Ensino da Geologia de Rochas Mágmatícas

As rochas magmáticas, apresentam texturas e composições mineralógicas que refletem as suas condições de génese. Estas rochas resultam da solidificação ou cristalização de um magma. Esse processo pode ocorrer em profundidade, originando rochas plutónicas, ou à superfície ou próximo desta originando rochas vulcânicas. Ambos os tipos de rocha ocorrem em Portugal (Dias, 2019).

O magma é uma mistura complexa de materiais rochosos total ou parcialmente fundidos, sendo constituído, maioritariamente, por sílica (SiO_2). A classificação dos diferentes tipos de magma baseia-se, essencialmente, no teor em sílica e na temperatura a que se encontram. Com base nestes critérios considera-se a existência de três principais tipos de magma: o magma basáltico, com baixo teor em sílica e temperaturas mais elevadas; o magma andesítico com um teor intermédio de sílica; e o magma riolítico, com um elevado teor de sílica e temperaturas mais baixas (Grotzinger & Jordan, 2014; Winter, 2014).

A formação dos magmas está associada à tectónica de placas. Os magmas basálticos ocorrem em zonas de rifte e em pontos quentes. Nestes locais, a ascensão do manto e a diminuição da pressão favorecem a fusão parcial das rochas do manto superior, originando magmas com baixo teor em sílica. Já os magmas andesíticos formam-se em zonas de subducção, onde a placa oceânica, ao afundar-se sob uma placa continental ou outra placa oceânica, sofre desidratação, promovendo a fusão parcial do manto sobrejacente. Por fim, os magmas riolíticos estão geralmente associados a zonas de colisão continental ou a áreas de espessamento crustal, onde a fusão parcial da crosta continental dá origem a magmas ricos em sílica (Grotzinger & Jordan, 2014; Winter, 2014).

A classificação das rochas magmáticas baseia-se em vários critérios, nomeadamente a composição química, a composição mineralógica, a textura e a cor. A composição química, em particular o teor em sílica, permite classificar as rochas em: ácidas (teor superior a 65%); intermédias (teor de sílica entre os 55 a 65%) e básicas (teor inferior a 55%). A composição mineralógica, por sua vez, indica os minerais predominantes na rocha e distingue entre rochas félsicas, intermédias e máficas, o que está diretamente relacionado com a sua origem magmática (Best, 2013; Grotzinger & Jordan, 2014).

A textura das rochas magmáticas descreve o tamanho, a forma e arranjo dos minerais, sendo determinada sobretudo pela velocidade de arrefecimento do magma. Assim, rochas que arrefecem lentamente no interior da crosta apresentam uma textura fanerítica (minerais visíveis), enquanto rochas que solidificam rapidamente à superfície têm textura afanítica (minerais não visíveis). Um arrefecimento extremamente rápido do magma dá origem a texturas mais homogéneas ou mesmo vítreas (Best, 2013; Grotzinger & Jordan, 2014; Winter, 2014).

A cor das rochas magmáticas está relacionada com a abundância dos diferentes tipos de minerais. Quando predominam minerais félsicos, como o quartzo e os feldspatos, a rocha tende a ser mais clara, sendo designada de leucocrata. Se apresentar uma coloração intermédia, resultante de uma proporção semelhante entre minerais félsicos e máficos, é classificada como mesocrata. Por outro lado, se for escura, devido à predominância de minerais máficos, como a olivina ou piroxenas, é considerada uma rocha melanocrata (Grotzinger & Jordan, 2014; Winter, 2014). Estas características fornecem indícios acerca do ambiente de génese da rocha magmática (Quadro 4).

		Composição mineralógica			
		Félsica	Intermédia	Máfica	
Minerais predominantes		Quartzo, feldspato, biotite, moscovite, plagioclase	Anfíbola, plagioclase, piroxena	Olivina, piroxena, plagioclase	
Textura	Fanerítica	Granito	Diorito	Gabro	Rochas plutónicas
	Afanítica	Riólito	Andesito	Basalto	Rochas vulcânicas
Cor		Leucocrata	Mesocrata	Melanocrata	

Quadro 4 – Rochas magmáticas mais frequentes, distribuídas de acordo com a respetiva textura e cor.

Por vezes, no ensino da Geologia, são detetadas diversas conceções alternativas (CA) nos alunos, muitas das quais resultam de experiências da vida quotidiana, conversas informais, entre outras. Estas conceções podem interferir com a compreensão científica

dos fenómenos geológicos, tornando-se obstáculos à aprendizagem (Anderson & Manzanares, 2023; Francek, 2013).

Um exemplo recorrente é a dificuldade dos alunos em distinguir entre minerais e rochas, sendo comum confundir o quartzo com rochas (Anderson & Manzanares, 2023). Outros acreditam que todas as rochas magmáticas têm a mesma génese, sem distinguir entre rochas plutónicas e vulcânicas, ou que o calor à superfície da Terra é suficiente para formar rochas magmáticas (Francek, 2013).

Estas CA mostram a importância de um ensino explícito e ativo, que ajuda os alunos a confrontar as suas ideias prévias com evidências científicas e a desenvolver uma compreensão mais profunda e integrada da Geologia.

Tendo em conta os conteúdos científicos relacionados com as rochas magmáticas, importa dar a conhecer metodologias, estratégias e recursos didáticos que contribuam para o desenvolvimento de AE, nomeadamente as que são referidas no Quadro 2 - AE do domínio Magmatismo e Rochas Magmaicas – apresentado no capítulo 1, e que se passa a apresentar no ponto seguinte.

2.2. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação

A metodologia de EOAI promove a construção ativa do conhecimento, na qual os alunos acompanham métodos e práticas muito semelhantes às de um cientista para construir o seu conhecimento (Pedaste et al., 2015). Trata-se de uma metodologia de ensino centrada no aluno que visa promover a aprendizagem paralela do conteúdo e do método científico. Ao reproduzir/espelhar esse método em sala de aula, os alunos desenvolvem conhecimentos e competências para resolver os problemas propostos (Firman et al., 2019; Huang, 2021; Putu & Hikmawati, 2021; Walker & Warfa, 2017).

Quando comparado com outras metodologias de ensino, o EOAI revela-se eficaz no desenvolvimento das aprendizagens dos alunos. Esta metodologia demonstra que, em geral, existe um maior desempenho por parte dos alunos, em comparação com intervenções que não recorrem a esta metodologia (Furtak et al., 2012).

De acordo com Pedaste et al. (2015), o EOAI organiza-se em cinco etapas principais — orientação, conceptualização, investigação, conclusão e discussão —, cada uma delas com objetivos e processos específicos que refletem o desenvolvimento da prática científica (Figura 1).

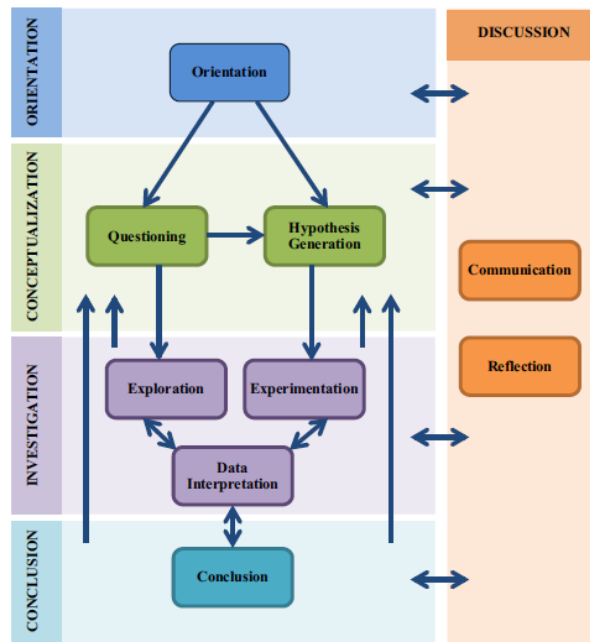


Figura 1 - Fases e subfases da metodologia EOAI (Pedaste et al., 2015, p.56).

A primeira etapa, orientação, é fundamental para iniciar o processo com a introdução ao tema a abordar, promovendo o interesse dos alunos relativamente a um problema. Segue-se a conceptualização que envolve o questionamento e a formulação de hipóteses, com base em conhecimentos prévios, promovendo a compreensão dos conceitos relacionados com o problema identificado. A fase de investigação, corresponde à operacionalização do processo científico, no qual os alunos realizam atividades práticas para recolher e interpretar dados. Segue-se a conclusão, onde se interpretam os resultados e se responde às questões iniciais. Por fim, na discussão, os alunos comunicam os resultados e refletem criticamente sobre o processo, promovendo a consolidação das aprendizagens e o desenvolvimento do pensamento científico (Pedaste et al., 2015; Kersting et al., 2023).

Em qualquer destas fases, o papel do aluno é ativo e central, sendo orientado pelo professor, que atua como facilitador da aprendizagem. As diferentes fases da investigação podem ser desenvolvidas integralmente pelos alunos ou, consoante os objetivos definidos da aula, algumas delas podem ser previamente estruturadas pelo professor (Attard et al., 2021; Riga et al., 2017). Assim, o EOAI não só promove o domínio dos conteúdos científicos, como também o desenvolvimento de competências investigativas e de resolução de problemas (Chu et al., 2017; Erickson et al., 2020; Kang & Keinonen, 2018; Potvin et al., 2017).

O EOAI requer, portanto que os alunos desenvolvam um conjunto de competências de investigação, que inclui formular hipóteses, realizar procedimentos experimentais, executar os procedimentos, observar, recolher e analisar dados e aferir conclusões (Chu et al., 2017; Erickson et al., 2020). Segundo Kersting et al. (2023), estas competências são potenciadas quando os alunos têm liberdade para tomar decisões durante o processo e são envolvidos ativamente em todas as fases da investigação, desde a preparação até à consolidação do conhecimento. Tendo em conta o exposto, importa compreender o papel do TP nas geociências.

2.3. Trabalho prático em Geociências

O TP, realizado através de atividades laboratoriais e/ou experimentais, desempenha um papel fundamental no ensino das ciências, pois permite aos alunos envolverem-se ativamente no processo de aprendizagem, ao manusear os materiais, observar fenómenos e realizar atividades práticas (Abrahams & Reiss, 2016). Este tipo de estratégia facilita a compreensão dos conceitos teóricos, tornando a aprendizagem mais concreta e relevante para os alunos, o que contribui para o aumento da sua motivação (Ferreira & Morais, 2014).

O TP proporciona aos professores a oportunidade de criar situações de ensino e aprendizagem diversificadas, utilizando recursos didáticos que visam promover o envolvimento dos alunos na realização das atividades e contraria a monotonia do ambiente de aprendizagem em sala de aula (Abrahams & Reiss, 2012).

Durante a realização de TP os alunos aprendem a espelhar o método científico na prática, compreendendo a forma como são formuladas as hipóteses, testadas e aperfeiçoadas. Desta forma, os professores devem ajudar os alunos a relacionar o que aprendem na sala de aula e o mundo real e observar como os princípios biológicos se aplicam a questões práticas e a problemas do quotidiano (Bonito & Oliveira, 2022).

As atividades de TP são realizadas maioritariamente em grupo, promovendo competências de colaboração e comunicação nos alunos. Os alunos aprendem a trabalhar juntos, dividir tarefas, discutir ideias e chegar a conclusões conjuntas, aprendem ainda a ser mais autónomos e responsáveis pela sua aprendizagem. Durante a realização destas atividades, os alunos precisam de seguir procedimentos, manusear equipamentos, registar dados com precisão e refletir sobre os resultados obtidos (Ferreira & Morais, 2014; Oliveira & Bonito, 2023).

De acordo com Leite (2000), o trabalho laboratorial (TL) e o trabalho experimental (TE) apresentam-se como conceitos distintos e não devem ser confundidos (Figura 2). Durante a realização de TL, as atividades implicam o recurso a material de laboratório e decorrem neste mesmo espaço (Hodson, 1988), ou numa sala normal, desde que sejam asseguradas todas as regras de segurança (Leite, 2001). Já o TE, as atividades envolvem controlo e manipulação de variáveis (Hodson, 1988), como a variável dependente e independente.

De acordo com Leite (2001), o TL e o TE podem combinar-se, caso se recorra ao uso de materiais de laboratório e ao controlo e manipulação de variáveis. O TP inclui atividades de trabalho de campo (TC) ou saída de campo.

O TC, pode ocorrer em ambientes exteriores à sala de aula/laboratório, colocando o aluno em contacto direto com o objeto de estudo (Dourado, 2006), é por isso, uma estratégia de ensino que permite uma aprendizagem integrada das geociências.

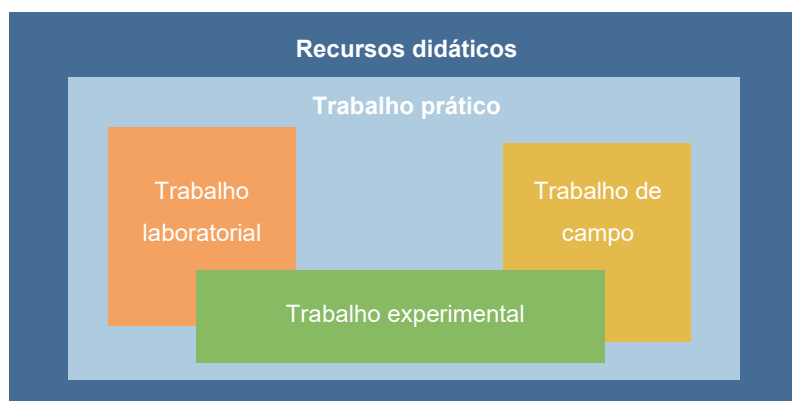


Figura 2 - Relação entre trabalho prático, laboratorial, experimental e de campo (adaptado de Leite, 2000, p.79).

As saídas de campo são amplamente reconhecidas pelo seu potencial pedagógico, mas a sua concretização está frequentemente condicionada por fatores como custos elevados, exigências logísticas e dependência das condições meteorológicas (Almeida, 1998). Neste cenário, as saídas de campo virtuais (SCV) surgem como uma solução prática e pedagógica para ultrapassar esses obstáculos. As SCV, geralmente realizadas através de plataformas digitais (*Google Earth*) e recursos multimédia, permitem a exploração remota de ambientes reais, articulando imagens, vídeos e descrições informativas que aproximam os alunos de contextos geográficos ou científicos de difícil acesso (Klemm & Tuthill, 2003).

Entre as principais vantagens das SCV destaca-se a sua viabilidade económica e logística, bem como a possibilidade de realização frequente, sem depender de

condições atmosféricas. Estas visitas virtuais permitem ainda uma melhor articulação com o currículo e contribuem para a inovação pedagógica, ao proporcionarem aulas mais dinâmicas e interativas. Além disso, reduzem o impacto ambiental em locais sensíveis e podem complementar as saídas de campo presenciais, funcionando como preparação ou consolidação da experiência (Qiu & Hubble, 2002).

No entanto, as SCV também apresentam limitações, como a redução da dimensão sensorial associada ao contacto direto com o meio, a dependência de recursos tecnológicos, nem sempre disponíveis nas escolas, ou acessíveis a todos os alunos, e o risco de distração ou perda de foco durante a atividade (Qiu & Hubble, 2002). Ainda assim, quando bem planeadas e integradas, as SCV podem representar uma estratégia eficaz, promovendo a aprendizagem ativa e o envolvimento dos alunos, sobretudo em contextos onde as visitas físicas são inviáveis.

3. Sequência didática

Este capítulo tem como propósito apresentar a planificação da sequência didática e as aulas que a integram, incluindo as atividades e os recursos didáticos que foram utilizados em cada uma das aulas (Quadro 6).

3.1. Planificação

Neste PII foi desenvolvida a sequência didática (SD) intitulada “*Questionar, investigar e concluir – uma investigação sobre as rochas magmáticas*” para a qual foram definidos os objetivos e as finalidades e foram descritas as etapas que orientaram a implementação de estratégias de TP no EOAI (Apêndice 2).

A estrutura da SD, os conteúdos abordados e os instrumentos de recolha de dados aplicados em cada momento encontram-se organizados no Quadro 5.

		APRENDIZAGEM			COMP. INVS		
		Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6
Conteúdos	Génese das rochas magmáticas	x	x	x		x	x
	Classificação das rochas magmáticas	Composição química	Composição mineralógica	Textura	Cor		x
	Diversidade de rochas magmáticas	x	x	x		x	x
	Ligação ao quotidiano					x	
Instrumentos de análise de dados		Pré-Teste; Mapa de conceitos;		Rúbrica de Mapa de conceitos;	V de Gowin; Grelha de observação;	Rúbrica de avaliação da SCV	Pós-Teste;

Quadro 5 - Distribuição dos conteúdos, competências investigativas e instrumentos de análise de dados ao longo das aulas da sequência didática.

A SD organiza-se em seis aulas, das quais cinco tem duração de 100 minutos e uma de 150 minutos com vista a promover o desenvolvimento de competências investigativas e das AE no domínio sobre as rochas magmáticas, perfazendo uma SD com 650 minutos no total. A planificação não deve ser vista como um procedimento inerte, mas adaptável à medida que decorrem as aulas.

3.1.1. Aula 1

A primeira aula foi estruturada em dois tempos letivos de 50 minutos e decorreu numa sala de aula com a turma completa. Esta aula teve como principal objetivo diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as rochas magmáticas.

No primeiro tempo letivo, foi aplicado um teste diagnóstico individual (pré-teste), elaborado com base nas AE, de forma a identificar as CA e os conhecimentos prévios dos alunos (Apêndice 3). Esta etapa corresponde à fase de orientação na metodologia EOAI, permitindo à PI recolher dados relevantes para ajustar as atividades subsequentes ao perfil da turma.

No segundo tempo letivo, os alunos foram organizados em pequenos grupos e convidados a construir um mapa de conceitos, com base no que conheciam sobre a génese e classificação das rochas magmáticas. Esta atividade tinha como objetivo promover a colaboração e a comunicação entre pares, e incentivar a capacidade de organização do pensamento científico.

3.1.2. Aula 2

A segunda aula foi, igualmente, estruturada em dois tempos letivos de 50 minutos, decorrendo numa sala de aula com a turma completa. Esta aula marcou a transição para a fase de conceptualização na metodologia EOAI.

No primeiro tempo letivo, foi apresentada à turma a questão de investigação que orienta toda a SD: *“Como se formam as rochas magmáticas e quais os fatores que influenciam as suas características e a diversidade?”*. De seguida, foi realizada uma contextualização teórica, focada no questionamento, onde foram aprofundados os conhecimentos sobre a génese e a classificação de rochas magmáticas, com recurso a uma apresentação em *PowerPoint* e vídeos didáticos (Apêndice 4). A dinâmica da aula baseou-se num diálogo constante entre a PI e os alunos, promovendo o questionamento, o pensamento crítico e a participação ativa dos alunos.

3.1.3. Aula 3

A terceira aula é também, estruturada em dois tempos letivos de 50 minutos, decorreu em sala de aula com a turma completa. Esta aula assinalou o final da fase de conceptualização da metodologia de EOAI.

No primeiro tempo letivo, deu-se continuidade à contextualização teórica, com destaque para os processos de diferenciação magmática e cristalização fracionada, recorrendo a

uma apresentação em *PowerPoint* e vídeos didáticos. A estratégia utilizada baseou-se no questionamento, incentivando os alunos a mobilizar os conhecimentos e a estabelecer conexões entre os diversos conceitos.

No segundo tempo letivo, os alunos retomaram os mapas de conceitos elaborados na Aula 1, com o objetivo de os complementar e reorganizar tendo em conta as novas aprendizagens.

3.1.4. Aula 4

A quarta aula decorreu em contexto de laboratório, com os alunos organizados por turnos. A aula teve a duração total de 150 minutos, repartidos por três tempos letivos. Esta aula centrou-se na aplicação das últimas três fases da metodologia de EOAI, a fase de investigação, conclusão e discussão, e integrou as estratégias de TL e TE.

A primeira atividade, enquadrada como TL, teve como objetivo compreender a relação entre o teor de sílica (SiO_2), a composição mineralógica e os tipos de rochas magmáticas. Os alunos analisaram como a proporção relativa de minerais máficos e félsicos influencia não apenas a classificação das rochas, mas também as variações de cor associadas aos diferentes tipos de magma (Figura 3).

No final desta atividade, os alunos preencheram um V de Gowin (Apêndice 5), onde registaram os dados observados e formularam as suas conclusões com base na análise realizada.



Figura 3 - Registo fotográfico do TL.

A segunda atividade, um TE, os alunos simularam o processo de cristalização das rochas magmáticas, utilizando etilvanilina como material análogo. Através desta experiência, investigaram o efeito da velocidade de arrefecimento do magma na formação e no tamanho dos minerais. A variável independente foi a temperatura da lâmina (fria ou quente), enquanto a variável dependente foi o tamanho dos cristais formados. A atividade permitiu observar, de forma prática, a relação entre o tempo de arrefecimento e a textura das rochas magmáticas (Figura 4).



Figura 4 - Registo fotográfico do TE.

No final, os alunos preencheram novamente um V de Gowin (Apêndice 6), que contribuiu para a consolidação das aprendizagens e para a articulação entre teoria e prática.

Paralelamente, cada grupo de trabalho contactou com diversas amostras de mão de rochas magmáticas recolhidas em território nacional. Os alunos identificaram e classificaram as rochas com base nas características observadas. Este trabalho foi orientado pela PI, que circulou entre os grupos, colocando questões e promovendo a reflexão.

A aula terminou com um momento de discussão coletiva, no qual os alunos partilharam as suas conclusões e esclareceram dúvidas.

3.1.5. Aula 5

A quinta aula teve a duração de dois tempos letivos (100 minutos) e decorreu integralmente na sala de aula. A aula esteve enquadrada nas fases de investigação, conclusão e discussão da metodologia do EOI, e centrou-se na realização de uma SCV com o apoio das plataformas digitais *Google Earth* e *Padlet*.

Com recurso ao *Google Earth*¹, os alunos percorreram diversos locais geograficamente distintos, caracterizados por formações geológicas representativas de rochas magmáticas.

A exploração foi orientada por um Guião da SCV (Apêndice 7). Ao longo da SCV, os alunos registaram as suas respostas numa plataforma *Padlet*.

¹ Link: <https://earth.google.com/earth/d/17-UP9FKAYKnUJNiQYXHRHrKt5ge7KDt?usp=sharing>



Figura 5 - Registo das respostas dos alunos na plataforma *Padlet*, durante a SCV.

Contudo, devido à extensão da atividade e ao tempo necessário para a exploração de todos os locais, a atividade não foi concluída na totalidade durante esta aula. A finalização da SCV, bem como a conclusão da fase de discussão foram agendadas para a aula seguinte.

3.1.6. Aula 6

A sexta aula teve a duração de dois tempos letivos (100 minutos) e decorreu integralmente na sala de aula. Esta aula correspondeu à fase de conclusão da metodologia do EOAI, encerrando o percurso investigativo desenvolvido ao longo da SD.

Durante o primeiro tempo letivo, os alunos concluíram a SCV iniciada na aula anterior, finalizando a análise dos locais geológicos previamente explorados no *Google Earth*. Esta atividade permitiu completar a observação e interpretação dos contextos magmáticos estudados.

No segundo tempo letivo, foi aplicado um pós-teste individual (Apêndice 3), com o objetivo de avaliar a progressão das aprendizagens dos alunos ao longo da SD.

Aulas	AE	Descritores do PASEO	Descrição da aula	Recursos didáticos
1	Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese (AE1).	C; D; E; F	Realização de um teste diagnóstico; Elaboração de um mapa de conceitos.	Teste diagnóstico (Apêndice 3) Mapa de conceitos
2	Classificar rochas magmáticas com base na composição química (teor de sílica), composição mineralógica (félsicos e máficos) e ambientes de consolidação (AE2).		Apresentação da questão de investigação; Introdução teórica.	PowerPoint (Apêndice 4)
3			Conclusão da contextualização teórica; Elaboração de um mapa de conceitos.	Mapa de conceitos
4	Caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riólito e granito (cor, textura, composição mineralógica e química) (AE3).		Realização do TL; Elaboração de o primeiro V de Gowin; Realização do TE; Elaboração do segundo V de Gowin.	V de Gowin – TL (Apêndice 5) V de Gowin – TE (Apêndice 6)
5	Identificar laboratorialmente rochas magmáticas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas (AE4).		Realização de uma SCV.	Guião da saída de campo virtual (Apêndice 7)
6	Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (AE5);		Conclusão da SCV; Realização de um teste de aferição de conhecimentos.	Teste de aferição de conhecimentos (Apêndice 3)

Quadro 6 - Descrição das aulas da SD, repetitivas AE e competências PASEO.

4. Metodologia de Investigação

No presente capítulo apresenta-se a metodologia de investigação-ação utilizada neste PII, a caracterização da amostra em estudo, técnicas de recolha e análise de dados e procedimentos relacionados com a ética e o cronograma.

4.1. Investigação-Ação

A metodologia de investigação-ação (IA), tem como finalidade promover a transformação de um problema, tendo em conta o contexto social no qual está inserido. Envolve uma participação ativa do investigador e dos participantes (Traqueia et al., 2021). Caracteriza-se pela recolha sistemática de informações, com o intuito de promover uma mudança social. Apresenta uma abordagem mista de recolha de dados, de carácter qualitativo e quantitativo (Cohen et al., 2017).

A IA é um dos métodos de investigação que conjuga os princípios da participação e da reflexão, com vista à mudança e transformação. Caracteriza-se por ser um método cíclico, conduzindo por um processo sequencial de experiências, que alia a reflexão e a ação (Figura 6) (Cohen et al., 2017).

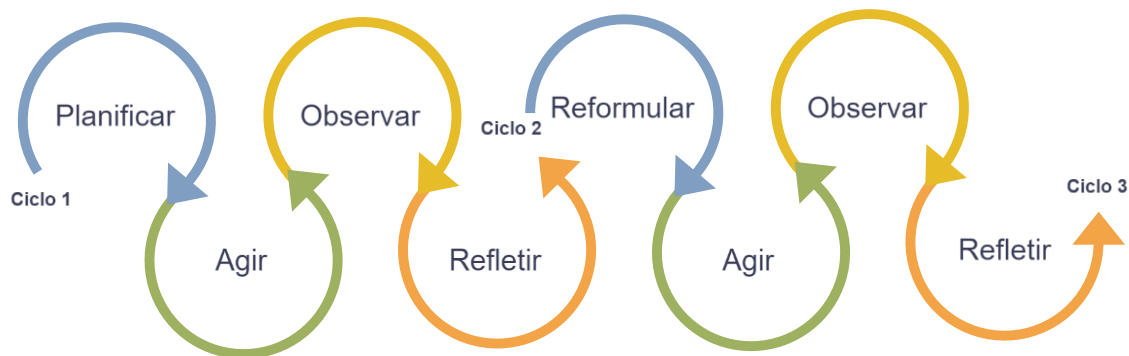


Figura 6 - Representação de um modelo de Investigação-Ação, espiral de ciclos (adaptado de Coutinho, 2014, p.415).

Esta metodologia inicia-se com a identificação de um problema ou questão relevante no contexto de estudo, seguida pela elaboração de um plano estratégico de intervenção, concebido com o intuito de gerar mudanças significativas (Ronen, 2020; Traqueia et al., 2021). Após a implementação da intervenção, procede-se à recolha sistemática de dados, que servem como base para uma análise aprofundada e uma reflexão crítica sobre os resultados alcançados (Coutinho, 2014). A reflexão conduz o investigador a reajustar o foco do problema e a delinear novas estratégias de ação, dando início a um novo ciclo (Coutinho, 2014).

Este processo iterativo, em que cada etapa se apoia no conhecimento acumulado das anteriores, contribui para um aperfeiçoamento contínuo das práticas analisadas. Desta forma, a IA combina a teoria com a prática, promovendo uma aprendizagem reflexiva e uma melhoria gradual e sustentada do contexto estudado (Mathew et al., 2017; Traqueia et al., 2021).

A experiência individual dos participantes é valorizada como fonte de conhecimento, permitindo a articulação entre metodologias fenomenológicas e positivistas. O positivismo considera as práticas profissionais como a aplicação da teoria à prática, enquanto a fenomenologia descreve as experiências vividas e os significados atribuídos a elas, extraindo valores gerais e universais (Coutinho, 2014; Traqueia et al., 2021).

A IA é frequentemente associada ao contexto escolar, relacionando os professores e os alunos, ou com quaisquer conteúdos que leve à educação. Este campo é especialmente favorável à aplicação deste método, uma vez que a escola é um espaço onde surgem incertezas, conflitos e situações dinâmicas que decorrem das relações humanas intrínsecas ao ambiente educativo (Traqueia et al., 2021). Devido ao seu carácter transformador, reflexivo e participativo, a IA explora tanto as dimensões individuais como as sociais, contribuindo significativamente para a melhoria dos espaços educativos e para a transformação (Coutinho, 2014).

Deste modo, a PI adaptou a IA, reconhecendo a possibilidade de melhoria contínua ao longo do desenvolvimento da SD. Contudo, tendo em conta o contexto do estudo, e considerando a sua realização no âmbito da IPP, bem como a necessidade de se cumprir as AE definidas para o 11.º ano, foi apenas possível concretizar um único ciclo de investigação.

4.2. Caracterização da Amostra

Para a concretização desta investigação foi utilizada uma turma do 11º ano de escolaridade, pertencente ao curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, composta por 18 alunos. No entanto, como não foi possível recolher dados suficientes de dois alunos, a amostra final considerada inclui apenas 16 participantes (n=16), com idades compreendidas entre 15 e 17 anos (média = 15,7 anos). Destes, sete alunos tinham 15 anos (n=7; 43,8%), sete alunos tinham 16 anos (n=7; 43,8%) e dois alunos tinham 17 anos (n= 2; 12,5%).

Em relação ao género dos participantes, verificou-se uma predominância do género feminino, com 10 alunas (n=10; 62,5%), enquanto os restantes eram do género masculino (n=6; 37,5%).

Quanto à nacionalidade, a maioria dos alunos eram portugueses (n=15; 93,8%) e apenas um aluno nacionalidade americana (n=1; 6,3%).

Trata-se de uma amostra não probabilística, selecionada por conveniência, uma vez que esta turma estava sob a responsabilidade da professora cooperante (Coutinho, 2014). Por essa razão, esta amostra não é representativa da população, o que limita a generalização dos resultados obtidos (Cohen et al., 2017). Contudo, o estudo permitiu identificar indicadores relevantes dentro do contexto da turma analisada.

Por fim, é importante referir que a turma não apresenta nenhuma particularidade relevante que pudesse comprometer a análise dos resultados. Este fator contribuiu para garantir a neutralidade no contexto da investigação e a validade dos indicadores observados (Cohen et al., 2017).

4.3. Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados

Para esta investigação, os dados recolhidos assumiram natureza quantitativa e qualitativa de acordo com a IA, através de técnicas de observação participante e de recolha documental (Quadro 7). A análise dos dados recolhidos foi realizada com recurso ao *Microsoft Excel*, permitindo o tratamento e comparação dos resultados obtidos.

Recolha de Dados		Análise de dados	
Técnicas	Instrumentos	Dados	Técnica
Observação participante	Grelha de observação	Grelha preenchida	Análise de conteúdo
Recolha documental	Teste diagnóstico (Pré-teste); Teste de aferição de conhecimento (Pós-teste)	Respostas produzidas pelos alunos no pré-teste e no pós-teste	Análise de conteúdo e análise descritiva
	Rúbrica de avaliação de Mapas de conceitos	Mapas de conceitos produzidos pelos alunos	
	V de Gowin	Respostas produzidas pelos alunos nos V de Gowin	
	Rúbrica de avaliação da SCV	Respostas produzidas pelos alunos no <i>Padlet</i>	

Quadro 7 - Técnicas e instrumentos de recolha de dados e técnicas de análise de dados utilizados nesta investigação.

4.3.1. Observação participante

A observação é uma técnica de recolha de dados, e consiste na observação e no registo, de forma sistemática, das ações e interações dos indivíduos ou grupos no seu ambiente natural. O objetivo principal da observação é proporcionar uma visão detalhada das características previamente estabelecidas da amostra em análise (Cohen et al., 2017).

O instrumento de recolha de dados utilizado no presente estudo foi uma grelha de observação individual (Apêndice 8), onde foram registadas as observações sobre o domínio cognitivo e metacognitivo, rigor e socioemocional. Para esta grelha foram definidos critérios de avaliação, com três níveis de desempenho para cada um (Quadro 8).

Critérios	Níveis de desempenho	
(1) Conhece e compreende conceitos e teorias.	1	Conhece e compreende todos os conceitos e teorias.
	0,5	Conhece e compreende alguns dos conceitos e teorias.
	0	Não conhece nem compreende os conceitos e teorias.
(2) Formula problemas e hipóteses explicativas de processos geológicos.	1	Formula problemas e hipóteses explicativas de processos geológicos de forma clara e fundamentada.
	0,5	Formula problemas e hipóteses explicativas de processos geológicos, mas com algumas lacunas na fundamentação.
	0	Não formula problemas nem hipóteses explicativas de processos geológicos ou as formula de maneira inadequada.
(3) Estabelece conclusões.	1	Estabelece conclusões fundamentadas e coerentes com base nos dados analisados.
	0,5	Estabelece algumas conclusões, embora nem sempre bem fundamentadas.
	0	Não estabelece conclusões ou as conclusões não são coerentes com base nos dados analisados.
(4) Manipula corretamente material e equipamento de laboratório.	1	Manipula corretamente todo o material e equipamento de laboratório, seguindo as normas de segurança.
	0,5	Manipula o material e o equipamento de laboratório com algumas incorreções, podendo não seguir todas as normas de segurança.
	0	Não manipula corretamente o material e equipamento de laboratório desrespeitando as normas de segurança.
(5) Cooperar e partilha.	1	Coopera ativamente com os colegas e partilha conhecimentos e materiais de forma responsável.
	0,5	Coopera e partilha ocasionalmente, mas de forma limitada ou com pouca iniciativa.
	0	Não coopera nem partilha, ou apresenta dificuldades em trabalhar em grupo.

Quadro 8 - Critérios de observação individual e respetivos níveis de desempenho.

4.3.2. Recolha documental

Para recolha documental, os instrumentos utilizados incluem o teste diagnóstico e de aferição de conhecimento (aplicados como pré e pós-teste), os V de Gowin e duas rúbricas de avaliação, sendo uma de Mapas de Conceitos e outra da SCV.

4.3.2.1. Pré e Pós teste

Os testes cognitivos utilizados em educação são instrumentos versáteis, pois não só permitem avaliar o conhecimento dos alunos, mas também o seu raciocínio, a sua capacidade de comunicação e sua resolução de problemas (Gay et al., 2012).

O teste de diagnóstico foi aplicado sem aviso prévio aos alunos e sem consulta de material de apoio, com o intuito de avaliar as aprendizagens pré-existentes no domínio abordado. O teste de diagnóstico (pré-teste) serviu como referência quando comparado com o teste de aferição de conhecimento (pós-teste), pois permite avaliar o impacto da intervenção pedagógica. O pré e o pós-teste eram constituídos por onze questões, sendo um item de correspondência, oito itens de seleção e duas questões de resposta aberta. O objetivo foi identificar diferenças significativas entre os resultados dos dois testes, o que possibilita uma análise do progresso dos alunos ao longo da intervenção (Cohen et al., 2017).

4.3.2.2. V de Gowin

O V de Gowin é um diagrama em forma de V, usado para analisar e construir o conhecimento. Tem como objetivo clarificar a natureza do TP e integra dois lados: um conceptual e um metodológico. O lado conceptual abrange a fundamentação teórica, princípios e conceitos. O lado metodológico, inclui o registo dos dados, as transformações realizadas sobre esses dados e os juízos cognitivos, podendo também envolver juízos de valor (Novak & Gowin, 1996).

Do ponto de vista pedagógico, este diagrama facilita aos alunos o reconhecimento da complexidade do processo de construção do conhecimento e ajuda a articular claramente como a teoria se relaciona com a prática (Novak & Gowin, 1996). Para além da sua aplicação na aprendizagem, a análise deste tipo de registo permite observar como os alunos organizam e integram os seus conhecimentos e os procedimentos científicos, constituindo um valioso instrumento de recolha de dados na investigação (Gowin & Alvarez, 2005).

Todos os V de Gowin, utilizados para ambas as atividades, foram completados individualmente durante a aula e, posteriormente, corrigidos e classificados, de acordo com os critérios de correção estabelecidos pela PI, numa escala de 0 a 20 valores.

4.3.2.3. Rúbrica de avaliação

As rúbricas de avaliação são instrumentos essenciais para tornar explícitos os critérios de desempenho e alinhar os objetivos de aprendizagem com as práticas de ensino e avaliação (Tanner & Allen, 2006). Apresentam-se, frequentemente, sob a forma de tabela, onde constam uma série de critérios que traduzem o que é desejável que os alunos aprendam, e um conjunto de descritores para cada um desses critérios.

Os mapas de conceitos que foram elaborados por cinco grupos na aula 1 e 3 funcionaram como instrumentos de recolha de dados, de modo a averiguar a evolução de conhecimentos pelos alunos durante as aulas do PII.

Para a avaliação dos mapas de conceitos foi criada uma rúbrica, onde foram estabelecidos cinco critérios de avaliação e definidos quatro níveis de desempenho (Quadro 9).

Critérios	Níveis de desempenho			
	Nível 1 – Insuficiente	Nível 2 – Suficiente	Nível 3 – Bom	Nível 4 – Excelente
Conceitos	Poucos conceitos, vagos	Conceitos importantes, mas incompletos	Conceitos relevantes e específicos	Conceitos amplos, pertinentes e variados
Hierarquia	Ausente	Apenas 1 nível hierárquico	Pelo menos 2 níveis bem definidos	Vários níveis com relações claras
Conexões estabelecidas	Ligações erradas ou ausentes	Ligações simples	Ligações corretas e contextualizadas	Ligações corretas com palavras de ligação significativas
Exemplos	Sem exemplos	Exemplos genéricos	Exemplos específicos	Exemplos variados e contextualizados
Ramificações	Sem ramificações	Algumas ramificações	Várias ramificações relevantes	Ramificações complexas e bem organizadas

Quadro 9 - Critérios de avaliação, pontuação e diferentes níveis de desempenho.

Neste estudo, foi também elaborada a seguinte rúbrica de avaliação para a SVC (Quadro 10).

Critérios	Níveis de desempenho			
	Nível 1 - Insuficiente	Nível 2 - Suficiente	Nível 3 - Bom	Nível 4 - Muito Bom
Observação e descrição morfológica	Descrição ausente ou incorreta da paisagem.	Descrição vaga ou com erros significativos.	Descrição correta com alguns pormenores relevantes.	Descrição rigorosa, completa e bem fundamentada da paisagem observada.
Identificação e caracterização das rochas	Identificação errada ou inexistente das rochas.	Identificação correta, mas incompleta ou com linguagem inadequada.	Identificação correta com linguagem científica básica.	Identificação rigorosa, com termos científicos e explicações completas.
Interligação com o quotidiano	Não estabelece qualquer relação com quotidiano.	Estabelece relação genérica e pouco fundamentada.	Relaciona corretamente com alguns aspetos do quotidiano.	Estabelece ligação crítica, fundamentada e abrangente com aspetos do quotidiano.
Qualidade científica e terminologia	Uso incorreto ou ausência de termos científicos.	Uso pontual de vocabulário adequado.	Uso consistente de vocabulário científico.	Utiliza corretamente e com precisão a terminologia científica ao longo de toda a resposta.
Organização e clareza na comunicação escrita	Respostas desorganizadas ou incoerentes.	Alguma organização, mas com falta de clareza.	Respostas bem organizadas e compreensíveis.	Respostas muito bem estruturadas, claras e coesas.

Quadro 10 - Critérios da rúbrica de avaliação dos grupos e respetivos níveis de desempenho.

4.4. Validade e fidelidade do estudo

A validade e fidelidade são duas características que um instrumento deve ter para nos garantir a qualidade informativa dos dados (Coutinho, 2014). A validade de um instrumento de recolha corresponde ao grau de precisão com que este mede aquilo a que se propõe, permitindo interpretações fidedignas dos resultados da investigação. Assim, os dados obtidos são efetivamente válidos se refletirem, de forma rigorosa, o fenómeno em estudo (Coutinho, 2014).

A fidelidade, por sua vez, está relacionada com a consistência com que o instrumento mede aquilo que se pretende avaliar. Um instrumento é considerado fiável quando, aplicado repetidamente ao longo do tempo em amostras e contextos comparáveis, produz resultados semelhantes, demonstrando assim a sua estabilidade e precisão. Este atributo assegura que os dados obtidos não são influenciados por variações aleatórias, mas refletem de forma consistente a verdadeira natureza do fenómeno em questão, contribuindo para a credibilidade das conclusões da investigação (Cohen et al., 2017; Coutinho, 2014).

Os instrumentos de recolha de dados utilizados no PII foram desenvolvidos em conjunto com professores especialistas, de forma a garantir a sua conformidade e adequação aos objetivos do estudo. Para reforçar a validade e a fidelidade dos dados, estes instrumentos foram submetidos à apreciação e validação tanto do professor cooperante da escola onde decorre o IPP, quanto da professora orientadora da FCUP.

4.5. Questões de Ética

Na condução de uma investigação é indispensável garantir o assentimento informado dos participantes. Este procedimento assegura que o indivíduo tome uma decisão esclarecida e voluntária sobre a sua participação na investigação, após serem devidamente informados sobre os objetivos e as implicações do estudo (Cohen et al., 2017; Coutinho, 2014).

No âmbito da investigação em educação, é frequente trabalhar com menores de idade que não possuem capacidade legal ou cognitiva para fornecer consentimento informado, devido a isso, a obtenção de consentimento decorre em duas fases complementares (Cohen et al., 2017). Inicialmente, o consentimento é solicitado aos adultos responsáveis, como os encarregados de educação, garantindo que estes compreendem plenamente o propósito e os procedimentos da investigação. Numa segunda fase, procura-se o assentimento dos alunos, ou seja, a sua concordância explícita em participar, respeitando a sua confidencialidade, anonimato e participação voluntária (Cohen et al., 2017).

Deste modo, foi solicitado parecer à Comissão de Ética da FCUP para a realização do presente estudo, tendo sido submetida, no dia 9 de janeiro de 2025, uma breve descrição do PII, bem como os termos de consentimento informado para alunos menores, e os termos de assentimento informado (Apêndice 9). A apreciação foi favorável à aplicação da presente investigação, tendo sido atribuída a referência CE2025/p196.

4.6. Cronograma

O cronograma apresentado no Quadro 11 expressa todas as fases desde o início do projeto até à entrega do relatório de estágio.

	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Fase I										
Fase II										
Fase III										
Fase IV										
Fase V										
Fase VI										

Quadro 11 - Cronograma do trabalho e implementação do PII

No cronograma, o azul-escuro indica períodos de trabalho com maior intensidade e o azul-claro indica períodos de trabalho de menor intensidade. As etapas são:

- Fase I – Na primeira fase, concentrou-se a revisão da literatura, com maior intensidade nos meses iniciais, de modo a reunir informações sobre estudos já realizados em áreas correlacionadas à investigação proposta. Esta fase implicou a planificação do PII, bem como a SD e os recursos didáticos que serão submetidos para aprovação e posterior implementação.
- Fase II – Nesta etapa, procedeu-se à entrega e recolha dos documentos de consentimento e assentimento informados, garantindo a conformidade ética do relatório de estágio.
- Fase III – Uma vez aprovados os recursos didáticos e obtidas as autorizações, iniciou-se a implementação prática do PII.
- Fase IV – Durante a implementação, foram recolhidos todos os dados necessários para posterior análise.
- Fase V – Os dados obtidos foram tratados e analisados, com recurso a técnicas de análise de conteúdo e análise descritiva, procurando responder às questões de investigação.
- Fase VI – O relatório de estágio foi redigido ao longo de todo o ano letivo, porém a redação final intensifica-se na fase final.

5. Resultados e Discussão

Este capítulo encontra-se dividido em duas secções que correspondem à análise das aprendizagens sobre rochas magmáticas e da análise do desenvolvimento de competências investigativas.

5.1. Aprendizagem sobre rochas magmáticas

Esta secção apresenta os resultados referentes às aprendizagens dos alunos no âmbito da temática das rochas magmáticas. Para tal, foram analisadas as respostas ao pré-teste e ao pós-teste, bem como os mapas de conceitos produzidos pelos alunos ao longo da SD. Estas análises permitem aferir a evolução dos conhecimentos ao longo das diferentes etapas de implementação.

5.1.1. Resultados do Pré e Pós-teste

Na aplicação do pré e pós-teste² foi possível aferir se os alunos evidenciaram o desenvolvimento de aprendizagens ao longo da SD. As respostas foram analisadas e classificadas com base em critérios previamente definidos, numa escala de 0 a 20 valores. O teste foi aplicado a 15 alunos (n=15), uma vez que um dos alunos não esteve presente no momento do pós-teste. As classificações foram consideradas negativas quando situadas entre 0 e 9 valores, e positivas entre 10 e 20 valores.

Pré-teste	Média	Abs. Neg.	Abs. Pos.	Rel. Neg.	Rel. Pos.
	9,4	7	8	46,7%	53,3%
Pós-teste	Média	Abs. Neg.	Abs. Pos.	Rel. Neg.	Rel. Pos.
	14,3	2	13	13,3%	86,7%

Tabela 1 - Resultados do pré-teste e do pós-teste: médias e distribuições absolutas e relativas. Legenda – Abs.: frequência absoluta; Rel.: frequência relativa; Neg.: classificações negativas; Pos.: classificações positivas.

A análise dos resultados do pré e pós-teste (Tabela 1) evidencia um progresso significativo nas aprendizagens dos alunos. A média obtida no pré-teste foi de 9,4 valores, situando-se no limiar entre a classificação negativa e positiva. No entanto, no pós-teste, a média aumentou para 14,3 valores, revelando uma melhoria geral no desempenho dos alunos.

A frequência absoluta de classificações negativas diminuiu de 7 para apenas 2 alunos, representando uma redução de 46,7% para 13,3% na frequência relativa. Por outro lado,

² Todos os pré e pós-testes encontram-se disponíveis em: <https://heyzine.com/flip-book/32a2703cde.html>

o número de alunos com classificações positivas aumentou de 8 para 13, o que se traduz numa frequência relativa de 86,7%. Estes dados sugerem que a intervenção pedagógica implementada foi eficaz na promoção de aprendizagens dos conteúdos relacionados com as rochas magmáticas.

Para além da análise global dos resultados do pré e pós-teste, foi realizada uma análise detalhada por questões, tendo em conta os conteúdos abordados. O Quadro 12 apresenta a distribuição das questões por conteúdos temáticos e AE, permitindo identificar com maior precisão quais os conhecimentos avaliados em cada item. Esta distinção facilita a articulação entre os dados obtidos e os objetivos de aprendizagem definidos para a SD.

Conteúdos	Questões associadas	AE
Génese das rochas magmáticas	Q2; Q6; Q7; Q9 e Q11;	AE1; AE2
Composição química	Q1; Q4 e Q9;	AE2; AE3;
Composição mineralógica	Q1; Q4;	AE1; AE2; AE3;
Textura	Q3; Q4; Q8 e Q10;	AE1; AE3;
Cor	Q1; Q4 e Q5;	AE3;
Diversidade de rochas magmáticas	Q3 e Q7;	AE3;

Quadro 12 - Associação entre os conteúdos do pré e pós-teste, as questões que os avaliam (Q1 a Q11) e as AE correspondentes, de acordo com o tema das rochas magmáticas.

5.1.1.1. Génese das rochas magmáticas

De acordo com o Quadro 12, as questões relacionadas com a génese das rochas magmáticas correspondem a Q2, Q6, Q7, Q9 e Q11. No Gráfico 1 apresentam-se as médias normalizadas dos resultados dos alunos para cada uma destas questões, comparando os valores do pré-teste com os do pós-teste.

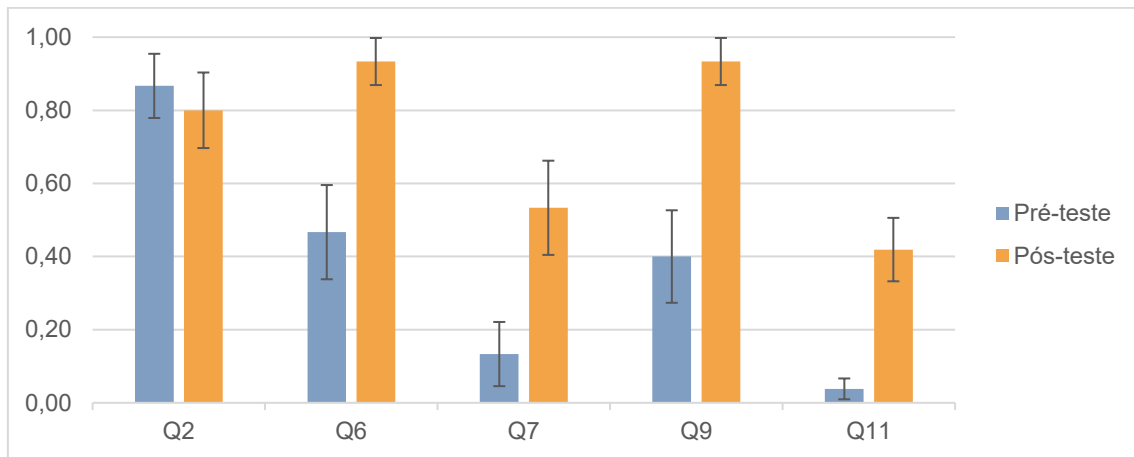


Gráfico 1 - Médias normalizadas dos resultados dos alunos no pré-teste e no pós-teste relativamente às questões Q2, Q6, Q7, Q9 e Q11, associadas à génese das rochas magmáticas. As barras de erro representam o desvio padrão.

A análise das questões associadas à génese das rochas magmáticas evidencia progressos significativos após a implementação da SD.

Na questão Q6, observa-se uma evolução da na média do pré para o pós-teste, 0,47 para 0,93, demonstra uma clara consolidação das aprendizagens relativas aos diferentes tipos de magma e às rochas magmáticas a eles associadas.

As questões Q7 e Q9 registaram também melhorias relevantes, com aumentos de 0,13 para 0,53 e de 0,40 para 0,93, respetivamente. Estes resultados sugerem que os alunos desenvolveram competências na identificação dos processos de formação das rochas magmáticas e na articulação entre esses processos e as características das rochas resultantes.

No caso da Q2, não é possível tirar conclusões sobre a existência de progressos ou retrocessos, uma vez que os desvios padrão das médias se sobrepõem, o que compromete a interpretação estatística dos resultados.

Relativamente à Q11, era uma questão de resposta aberta onde se pedia que os alunos explicassem como a mobilidade das placas litosféricas influencia a formação de diferentes tipos de rochas magmáticas nos vários limites tectónicos, verifica-se uma evolução de 0,04 para 0,42. Apesar de o resultado ainda ser modesto, representa um avanço significativo, sobretudo por se tratar de uma tarefa mais complexa, que exige integração de conhecimentos e capacidade de comunicação científica escrita, como é o caso da Figura 7.

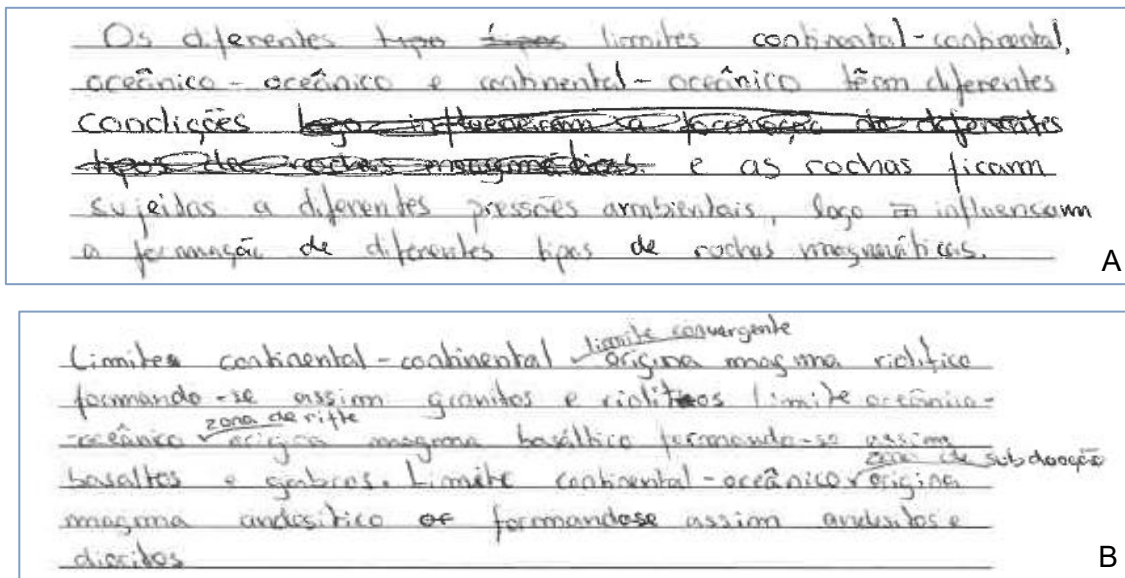


Figura 7 - Resposta à questão Q11, redigida pelo aluno 13. (A) Resposta do pré-teste. (B) Resposta do pós-teste.

De forma geral, os dados sugerem que a sequência didática promoveu uma melhoria significativa na compreensão dos processos que conduzem à formação das rochas magmáticas, com exceção da questão Q2, onde a margem de progressão era naturalmente reduzida. Os dados sugerem que as estratégias adotadas, nomeadamente o TP, e a metodologia aplicada de EOAI contribuíram para o desenvolvimento das AE previstas para este tema.

5.1.1.2. Classificação das rochas magmáticas

De acordo com o Quadro 12, as questões relacionadas com a classificação das rochas magmáticas estão organizadas nos seguintes subtemas: composição química, composição mineralógica, textura e cor, e correspondendo às questões Q1, Q3, Q4, Q5, Q8, Q9 e Q10.

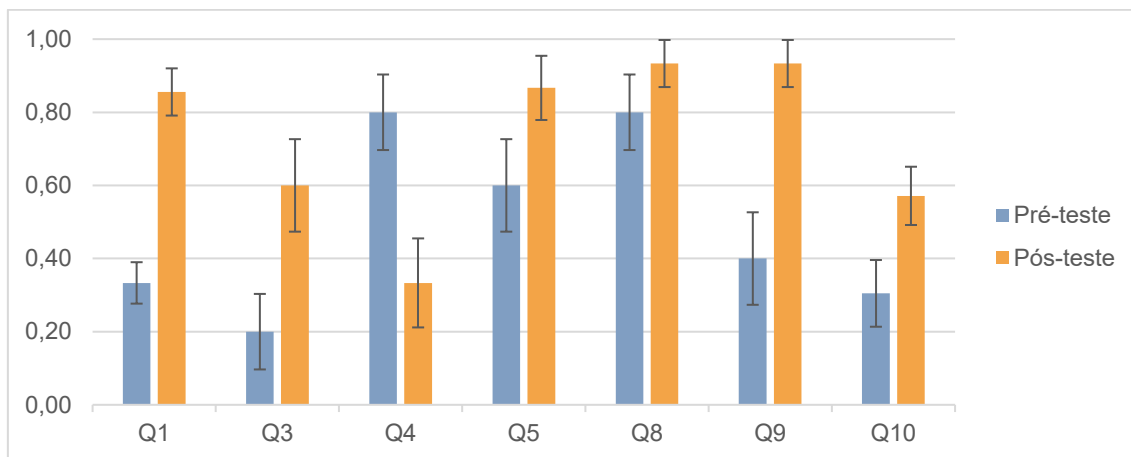


Gráfico 2 – Resultados médios normalizados por questão no pré-teste e no pós-teste, associadas aos subtemas de composição química, composição mineralógica, textura e cor. As barras de erro representam o desvio padrão.

Como se observa no Gráfico 2, verifica-se uma melhoria generalizada nas médias dos alunos no pós-teste, relativamente ao desempenho obtido no pré-teste.

As questões Q1 e Q4, estão associadas aos temas da composição química, composição mineralógica e cor das rochas magmáticas. A média de Q1 aumentou de 0,33 para 0,86, representando assim o maior progresso observado em todo o teste. Sendo uma questão que integra vários conteúdos, este resultado sugere uma melhoria significativa na compreensão global da classificação das rochas magmáticas.

No caso da Q4, os alunos obtiveram melhores resultados no pré-teste, o que constitui um resultado atípico. Este desvio pode estar relacionado com um erro de impressão no pré-teste.

A questão Q9, também relacionada com a composição química e com a génese das rochas magmáticas, apresentou uma evolução de 0,40 para 0,93. Este aumento expressivo sugere que os alunos compreenderam melhor a forma como a composição química das rochas é influenciada pela composição do magma que lhes dá origem.

A média da Q5, especificamente dedicada à cor como critério de classificação, subiu de 0,60 para 0,87, o que demonstra que os alunos conseguiram reconhecer e aplicar corretamente esta aprendizagem, o que poderá estar relacionado com a eficácia do TL e da observação direta de amostras de mão durante o trabalho prático.

As questões Q3, Q8 e Q10 estão relacionadas com a textura das rochas magmáticas. As Q3 e Q8 registaram aumentos de 0,20 para 0,60 e de 0,80 para 0,93, respetivamente, refletindo uma melhoria clara na compreensão dos diferentes tipos de textura e da sua relação com a velocidade de arrefecimento do magma.

A Q10, por sua vez, era uma questão de resposta aberta, na qual os alunos tinham de explicar, por escrito, como a textura das rochas está relacionada com a velocidade de arrefecimento do magma. A média passou de 0,30 para 0,57, um progresso mais moderado, mas significativo tendo em conta a maior complexidade cognitiva da tarefa. Esta questão exigia raciocínio escrito, articulação de ideias e domínio de vocabulário científico, como ilustrado na Figura 8.

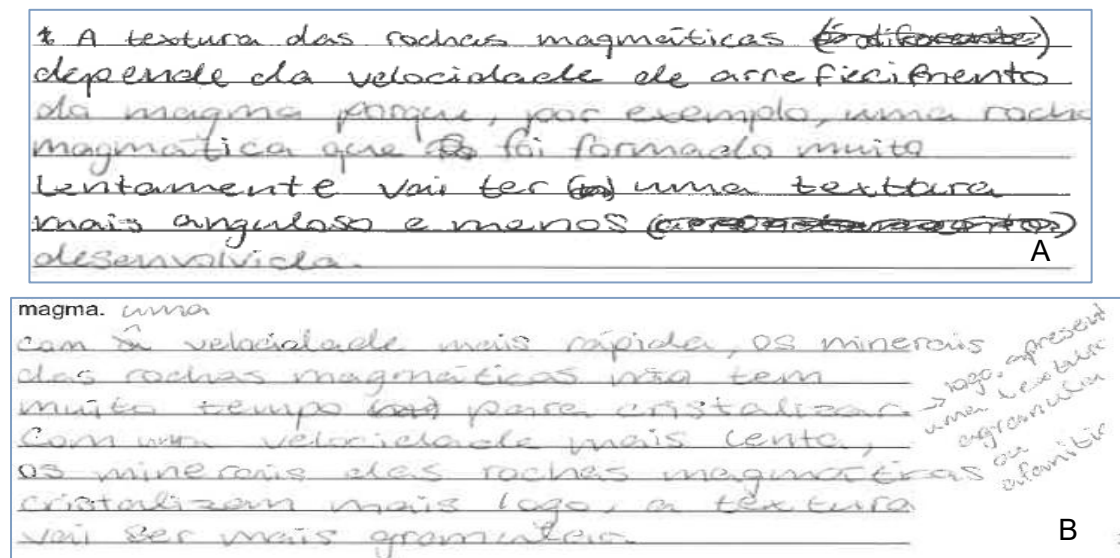


Figura 8 - Resposta à questão Q10, redigida pelo aluno 9. (A) Resposta do pré-teste. (B) Resposta do pós-teste.

No seu conjunto, estes resultados confirmam uma forte consolidação das aprendizagens relativas à textura das rochas magmáticas, com destaque para a relação entre o tempo de arrefecimento do magma e o tamanho dos minerais formados. Este progresso poderá estar diretamente associado ao TE incluído na SD, que promoveu uma aprendizagem contextualizada.

5.1.1.3. Diversidade das rochas magmáticas

As questões relativas à diversidade das rochas magmáticas correspondem às Q3 e Q7 (Quadro 12). No Gráfico 3 apresentam-se as médias normalizadas dos resultados obtidos pelos alunos no pré e no pós-teste, permitindo aferir o progresso das aprendizagens neste tema.

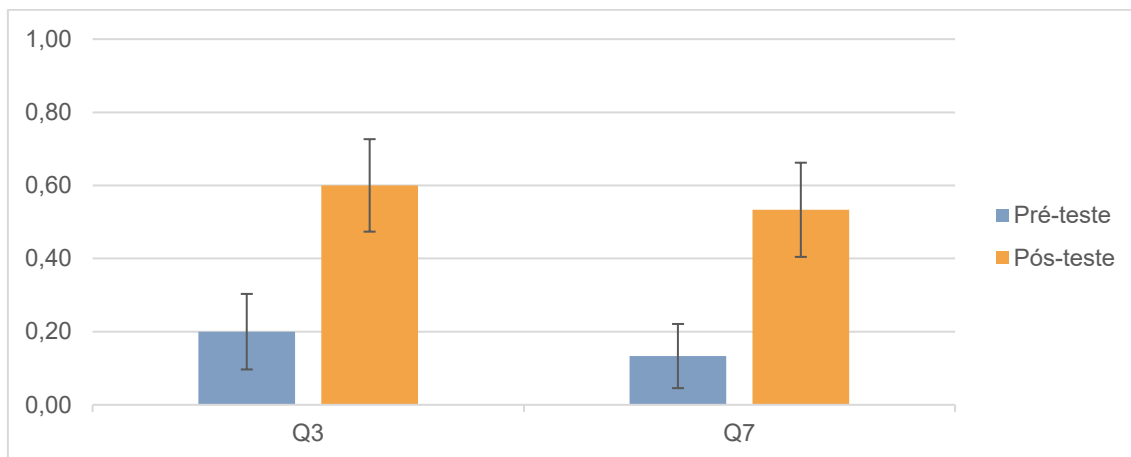


Gráfico 3 - Médias normalizadas dos resultados dos alunos no pré-teste e no pós-teste, relativamente às questões associadas à diversidade das rochas magmáticas (Q3 e Q7). As barras de erro representam o desvio padrão.

Os resultados das questões associadas a este conteúdo mostram uma evolução bastante positiva. A questão Q3 teve uma evolução na média de 0,20 para 0,60, o que sugere que os alunos melhoraram a capacidade de distinguir as diferentes rochas com base na sua classificação.

Por sua vez, a questão Q7 também registou um aumento relevante, passando de 0,13 para 0,53, o que reforça a ideia de que os alunos desenvolveram uma melhor compreensão sobre a diversidade das rochas magmáticas.

5.1.2. Resultados dos Mapas de Conceitos

Os mapas de conceitos foram utilizados como instrumento de diagnóstico e formativo, permitindo a evolução das aprendizagens dos alunos ao longo da SD. Através da sua análise foi possível identificar progressos ao nível da organização conceptual, da clareza nas ligações e do nível de complexidade das relações estabelecidas.

A análise dos mapas de conceitos produzidos pelos grupos foi realizada com base na rubrica apresentada no Quadro 9, do capítulo 4. Cada um destes critérios foi classificado segundo uma escala de quatro níveis de desempenho, variando entre o nível Insuficiente (1) e o nível Excelente (4).

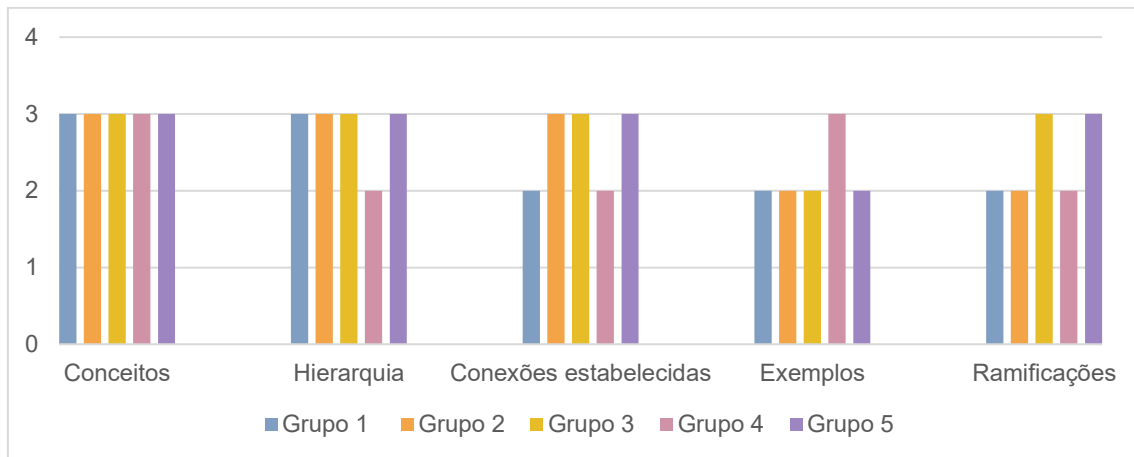


Gráfico 4 - Resultados da avaliação do primeiro Mapa de Conceitos (Aula 1) por grupo.

O Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos pelos diferentes grupos no primeiro mapa de conceitos, elaborado na Aula 1. De forma geral, observa-se um desempenho ainda incipiente na maioria dos critérios avaliados, com predominância de classificações nos níveis Suficiente (2) e Bom (3), especialmente nos critérios: Conexões estabelecidas, Ramificações e Exemplos, o que revela dificuldades iniciais na capacidade dos alunos em expandir e aplicar os conceitos. No critério Hierarquia, a maioria dos grupos apresentou uma estruturação básica das ideias, sem uma clara organização hierárquica entre conceitos mais gerais e específicos. Estes dados confirmam o papel diagnóstico desta atividade, permitindo à PI identificar lacunas na organização e compreensão conceptual dos alunos no início da SD.

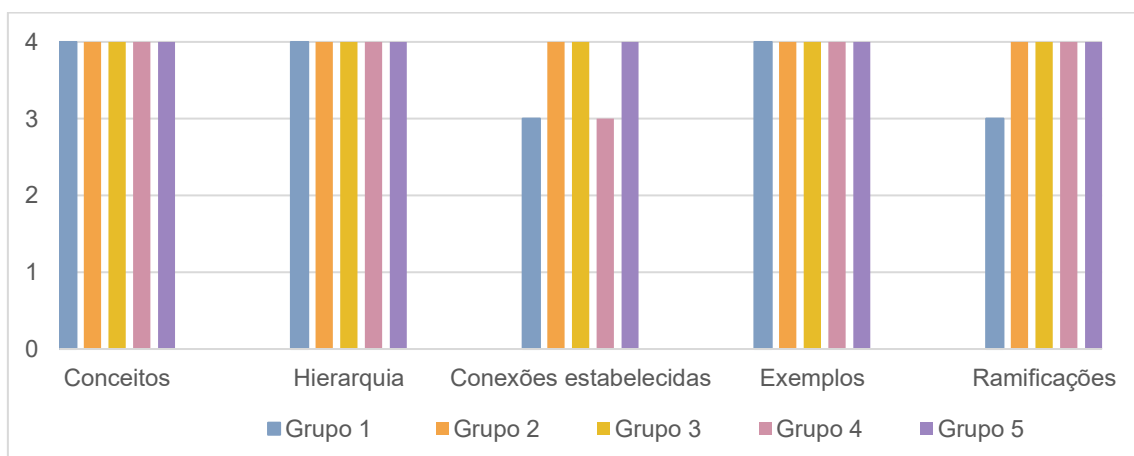


Gráfico 5 - Resultados da avaliação do primeiro Mapa de Conceitos (Aula 3) por grupo.

O Gráfico 5 apresenta os resultados obtidos pelos cinco grupos no segundo Mapa de Conceitos, desenvolvido na Aula 3. De uma forma geral, os grupos demonstraram um desempenho bastante elevado em quase todos os critérios, com valores consistentes de 4 nas categorias: Conceitos, Hierarquia e Exemplos. Esta uniformidade sugere uma

boa apropriação dos conteúdos e uma aplicação eficaz na construção de mapas de conceitos.

Contudo, observam-se variações nos critérios: Conexões estabelecidas e Ramificações, especialmente no desempenho do Grupo 1, que obteve nível 3 em ambas as categorias. Este dado pode indicar dificuldades em estabelecer ligações mais complexas entre os conceitos.

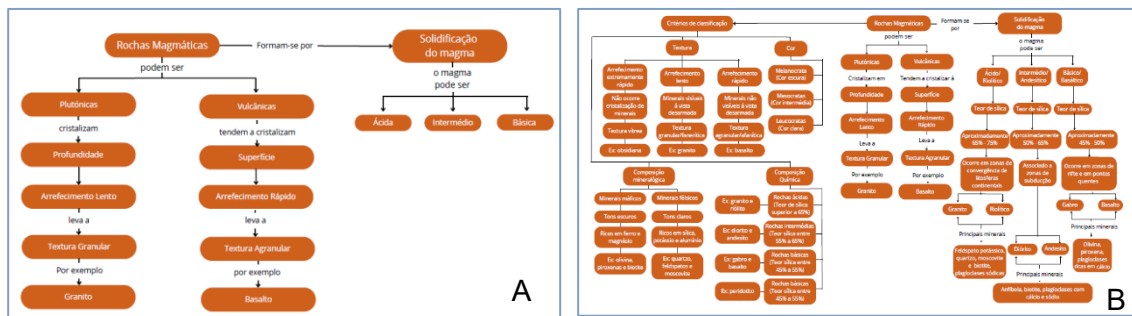


Figura 9 - Mapas de conceitos, produzidos pelo grupo 3. (A) Mapa de conceitos, realizado na Aula 1. (B) Mapa de conceitos, realizado na Aula 3.

Os mapas de conceitos³ evidenciam progressos claros nas aprendizagens dos alunos (Figura 9). Do primeiro para o segundo momento, observa-se um aumento na complexidade, na precisão e na interligação dos conceitos, bem como uma maior capacidade de representar visualmente os conceitos.

No geral, os resultados indicam que os alunos foram capazes de estruturar e representar adequadamente as aprendizagens, embora se identifiquem áreas passíveis de consolidação, nomeadamente ao nível da articulação conceptual mais complexa.

5.2. Competências de investigação

Esta secção apresenta os resultados obtidos pelos alunos no âmbito do desenvolvimento de competências investigativas ao longo das atividades práticas implementadas, nomeadamente o TL, o TE e a SCV. Para tal, foram utilizados três instrumentos de recolha de dados, os V de Gowin (realizados individualmente após o TL e o TE), uma grelha de observação (preenchida durante as atividades práticas) e uma rubrica de avaliação (preenchida após a SCV). A análise combinada destes dados permitiu aferir o grau de envolvimento dos alunos nas diferentes etapas da investigação.

³ Os restantes mapas de conceitos encontram-se disponíveis em: <https://heyzine.com/flip-book/257e13bd84.html>

5.2.1. Resultados do Trabalho Prático

Para avaliar o desenvolvimento das competências investigativas dos alunos, recorreu-se a dois instrumentos complementares, o V de Gowin e uma grelha de observação. A nota final foi obtida através da soma das duas avaliações, resultando numa classificação em 20 valores. A amostra considerada nesta análise corresponde a 16 alunos ($n = 16$).

5.2.1.1. Resultados V de Gowin

O V de Gowin teve uma pontuação máxima de 15 valores, distribuída por diferentes componentes como: Fundamentação Teórica (*FT*); Conceitos (*C*); Questão Orientadora (*QO*); Acontecimentos (*ATC*); Registos (*R*); Transformações (*T*); Juízos Cognitivos (*JC*) e Juízos de Valor (*JV*).

Média - V de Gowin_1	Média - V de Gowin_2
13,5	12,7

Tabela 2 - Médias obtidas pelos alunos nas duas atividades realizadas com o V de Gowin.

A média obtida pelos alunos no primeiro V de Gowin foi de 13,5 valores, enquanto no segundo V de Gowin a média foi de 12,7 valores (Tabela 2).

Embora a média global das duas atividades revele desempenhos bastante positivos, observa-se uma ligeira descida na média do segundo V de Gowin (12,7 valores) em comparação com o primeiro (13,5 valores). Esta diferença pode estar associada à maior complexidade conceptual e procedimental envolvida na atividade do TE, a qual exigia dos alunos maior capacidade de interpretação e de análise crítica dos resultados. Ainda assim, os resultados evidenciam um elevado grau de consolidação das competências investigativas desenvolvidas ao longo da SD.

Para a análise do Gráfico 6 importa referir que os valores apresentados na análise por categorias foram normalizados, permitindo a comparação direta entre dimensões com escalas distintas e facilitando a interpretação global dos resultados.

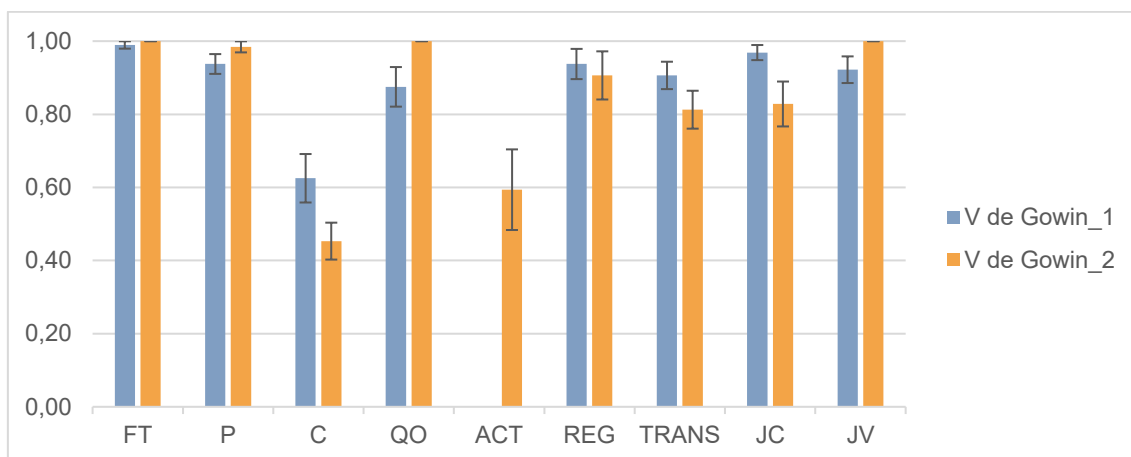


Gráfico 6 - Resultados da avaliação do V de Gowin_1 e V de Gowin_2.

A análise dos resultados do primeiro V de Gowin⁴ (Gráfico 6) evidenciou um desempenho elevado por parte dos alunos, com médias normalizadas próximas do valor máximo em quase todos os componentes avaliados. As dimensões *FT*, *P*, *REG*, *TRANS*, *JC* e *JV* apresentam valores médios superiores a 0,90, demonstrando uma boa capacidade de interpretar os dados recolhidos, transformá-los em evidências e retirar conclusões. A *QO* situou-se ligeiramente abaixo, mas ainda com média alta de 0,88. No entanto, a categoria *C* revelou o desempenho mais fraco, com uma média de 0,63 e maior desvio padrão (0,07), o que sugere alguma dificuldade, por parte de alguns alunos, na identificação e definição de certos dos conceitos associados à TL.

No Gráfico 6, a análise do segundo V de Gowin⁵, revela, de forma geral, um desempenho positivo por parte dos alunos nas categorias *FT*, *P*, *QO*, *REG* e *JV*, todas com médias superiores a 0,90. Estes resultados indicam que os alunos conseguiram mobilizar adequadamente os aspetos mais estruturantes da investigação.

Por outro lado, tal como na atividade anterior, a categoria *C* volta a evidenciar o desempenho mais baixo, com uma média de 0,45, e um desvio padrão de 0,05, demonstrando uma dificuldade persistente na identificação de certos conceitos.

A categoria *ACT*, com uma média de 0,59 e acompanhado do maior desvio padrão de 0,11, também revela fragilidades, sugerindo que os alunos tiveram dificuldade em reconhecer com clareza algumas etapas dos acontecimentos.

As categorias *TRANS* (média de 0,81) e *JC* (média de 0,83) apresentam desempenhos mais baixos comparativamente às restantes. Este padrão pode refletir variações na

⁴ Todos os V de Gowin_1 encontram-se disponíveis em: <https://heyzine.com/flip-book/9b8a63f91e.html>

⁵ Todos os V de Gowin_2 encontram-se disponíveis em: <https://heyzine.com/flip-book/0bc62037f5.html>

capacidade dos alunos para realizar transformações da informação e para elaborar juízos cognitivos consistentes, aspetos essenciais ao raciocínio científico.

Estes dados reforçam a importância de continuar a promover momentos de reflexão e de prática orientada sobre a análise e interpretação de dados, com o objetivo de consolidar competências investigativas mais complexas nos alunos.

A análise comparativa dos dois V de Gowin permite observar uma evolução positiva no desempenho dos alunos em várias categorias das competências investigativas. Destaca-se uma melhoria clara nas categorias *FT*, *P* e *JV*, que apresentam médias muito próximas ou iguais a 1,00 em ambos os momentos. Estes resultados sugerem que os alunos revelaram uma sólida capacidade para estruturar a investigação e formular juízos críticos fundamentados ao longo das duas atividades.

A categoria *QO*, embora com uma média elevada no segundo V de Gowin (1,00), revela um desempenho ligeiramente inferior no primeiro (0,88), o que pode indicar dificuldades iniciais na formulação de questões claras e pertinentes. Esta diferença pode refletir um progresso na capacidade dos alunos em definir problemas de investigação à medida que ganham competências no processo.

No entanto, há diferenças relevantes noutros domínios. A categoria *C* apresenta uma descida acentuada da média, de 0,63 no primeiro V de Gowin para 0,45 no segundo, o que reforça a dificuldade já identificada anteriormente na identificação e aplicação correta dos conceitos. Este padrão sugere que, apesar do bom desempenho global, persistem lacunas no domínio conceptual que importa colmatar.

Quanto às *TRANS* e aos *JC*, observa-se uma ligeira descida nos valores médios (*TRANS* de 0,91 para 0,81; *JC* de 0,97 para 0,83), acompanhada de um aumento no desvio padrão dos dados. Estes resultados sugerem que, embora os alunos demonstrem competências nestas categorias, há alguma variabilidade individual na forma como processam e interpretam os dados obtidos.

Por fim, a categoria *REG* mantém-se estável com médias elevadas em ambos os momentos (0,94 e 0,91), o que demonstra consistência na recolha e sistematização dos dados.

5.2.1.2. Resultados da Grelha de Observação

A grelha de observação, elaborada pela PI, visou avaliar os critérios estabelecidos e apresentados no Quadro 8 com uma pontuação máxima de 5 valores. O resultado médio obtido pelos alunos foi de 4,50 valores.

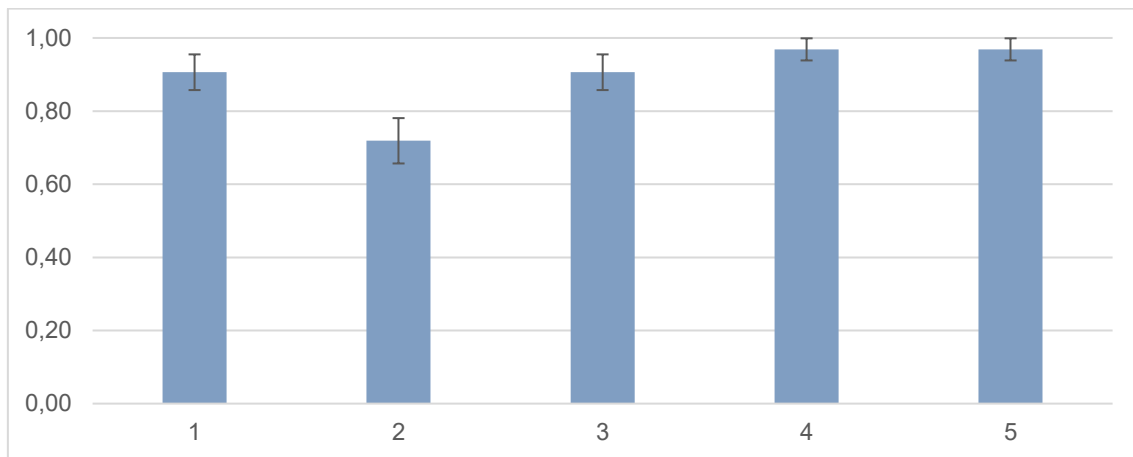


Gráfico 7- Resultados da avaliação da grelha de observação.

De acordo com o Gráfico 7, os critérios 4 e 5 destacaram-se com as médias mais elevadas, próximas de 1, e com o desvio padrão mais baixo 0,03, em ambos os critérios. Estes resultados indicam que os alunos foram capazes de mobilizar adequadamente as dimensões práticas e sociais da investigação, refletindo um bom desempenho na aplicação de técnicas laboratoriais e na colaboração em grupo.

Por outro lado, o critério 2 obteve a média mais baixa (0,72), sugerindo dificuldades na formulação de questões e hipóteses, competências importantes para a construção do conhecimento investigativo.

Além disso, os critérios 1 e 3 apresentam um desempenho positivo, com média de 0,91, o que demonstra a que os alunos foram capazes de mobilizar as aprendizagens e possuem a capacidade dos alunos em interpretar dados e tirar conclusões.

Os dados obtidos indicam que os alunos têm um bom domínio das competências práticas e demonstram uma atitude colaborativa sólida, conforme evidenciado pelos altos resultados nos critérios de manipulação e cooperação. Contudo, a análise revela que existem fragilidades na capacidade de formular problemas e hipóteses, o que limita o desenvolvimento completo das competências investigativas.

5.2.2. Resultados da Rúbrica de avaliação da SCV

A avaliação da SCV foi realizada com base numa rúbrica de avaliação preenchida pela PI. O Gráfico 8 evidencia a distribuição das pontuações atribuídas em cada critério da rúbrica de avaliação e cada critério foi avaliado numa escala de 1 (Insuficiente) a 4 (Muito Bom) (Tabela 8). A amostra é constituída por cinco grupos, que publicaram as suas respostas na plataforma *Padlet*⁶.

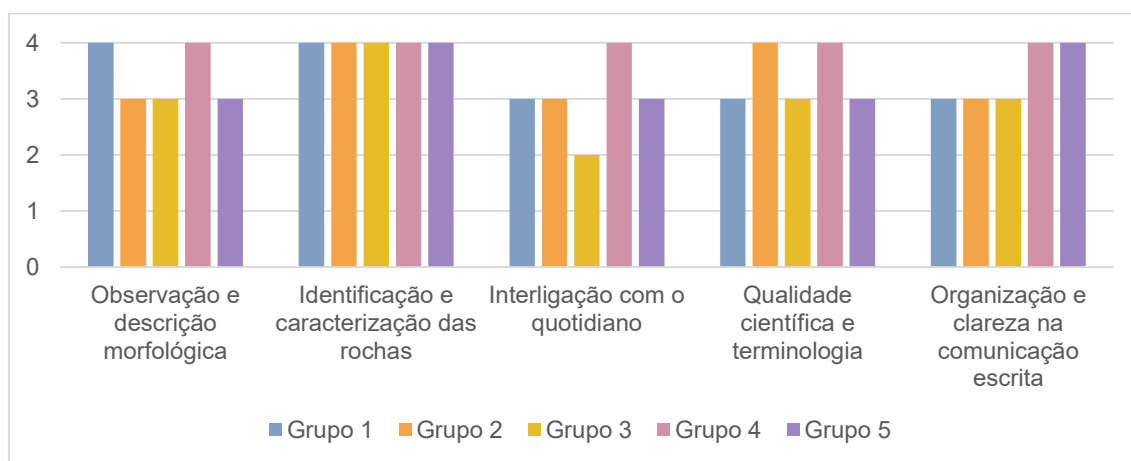


Gráfico 8 - Resultados da Rúbrica de avaliação por critério.

A avaliação da SCV realizada através da rúbrica, revela que os grupos apresentaram um desempenho global suficiente a muito bom, refletindo uma boa apropriação das competências necessárias.

No critério Observação e descrição morfológica, dois grupos tiveram a classificação máxima (4) indicando um elevado nível de observação detalhada e precisa das características morfológicas das rochas e paisagens geológicas.

No critério Identificação e caracterização das rochas, todos os grupos obtiveram a pontuação máxima (4), indicando uma boa identificação e caracterização das rochas. Esta competência parece estar bem consolidada entre os grupos.

O critério de interligação com o quotidiano, revelou-se o mais desafiador para os alunos, com um grupo a obter pontuação de 2 (Suficiente), indicando uma contextualização geológica menos profunda e uma ligação mais frágil com o mundo quotidiano. Os restantes grupos demonstraram uma capacidade mais consistente de relacionar os conteúdos geológicos com o seu dia a dia, iguais ou superiores a 3.

⁶ Todas as respostas redigidas no *padlet* encontram-se disponíveis em: <https://heyzine.com/flip-book/e60b159d45.html>

No critério qualidade científica e terminologia, os grupos a demonstram um bom domínio da terminologia científica. No entanto, os grupos 1, 3 e 5 a terem um desempenho de nível Bom. E os grupos 2 e 4 destacou-se, alcançando a pontuação máxima (4), refletindo a sua elevada proficiência científica e terminológica.

No último critério Organização e clareza na comunicação escrita, nos primeiros três grupos as pontuações são bastante homogéneas obtendo a classificação de nível 3, e os restantes grupos a classificação máxima. A comunicação científica foi, na maioria dos casos, bem estruturada, facilitando a compreensão das ideias e argumentos apresentados.

A média global de todos os grupos foi de 17,2 em 20 pontos, o que demonstra um desempenho muito bom, com os grupos a apresentarem um nível elevado de competências nas áreas de observação e identificação geológica. Contudo, há espaço para melhorias na interligação com o quotidiano e em alguns aspetos da organização textual e uso de terminologia científica.

6. Conclusão

Neste capítulo é apresentado uma síntese conclusiva do estudo realizado, juntamente com as limitações e sugestões para investigações futuras.

6.1. Síntese conclusiva

Com esta investigação pretendeu-se clarificar o contributo da aplicação de uma SD baseada em trabalho prático, integrada na metodologia de EOAI, na promoção de competências investigativas e AE relativas ao domínio do magmatismo e das rochas magmáticas, numa turma do 11.º ano de escolaridade.

A análise global dos resultados obtidos ao longo da SD permite concluir que os alunos desenvolveram de forma considerável as AE associadas ao domínio do magmatismo e das rochas magmáticas. Os resultados do pré e pós-teste revelam uma melhoria substancial no desempenho dos alunos, acompanhado de uma redução acentuada nas classificações negativas e um aumento claro nas positivas. Esta evolução foi confirmada por uma análise detalhada por conteúdos, que demonstrou progressos particularmente expressivos na compreensão da génese das rochas magmáticas e nas características das rochas como a textura e composição das mesmas.

A avaliação dos mapas de conceitos reforça esta conclusão, evidenciando uma maior organização conceptual e clareza nas ligações dos conceitos. Estes dados indicam que a metodologia de EOAI, aliada a estratégias de TP, foi eficaz na promoção de aprendizagens, permitindo aos alunos mobilizar conhecimentos em situações novas e construir uma compreensão integrada e crítica dos fenómenos geológicos estudados.

Para além da consolidação dos conteúdos relativos às rochas magmáticas, os resultados evidenciam que os alunos desenvolveram diversas competências investigativas ao longo das atividades práticas integradas na SD, nomeadamente o TL, o TE e a SCV. Através da análise dos instrumentos aplicados foi possível aferir um envolvimento ativo e progressivo dos alunos nas diferentes etapas do método científico.

Nos V de Gowin, os alunos demonstraram um elevado desempenho nas componentes de fundamentação teórica, princípios, registo de dados e elaboração de juízos de valor. Estes dados indicam que os alunos foram capazes de estruturar adequadamente o trabalho de investigação, realizar observações e aferir conclusões. No entanto, verificaram-se fragilidades na identificação e definição de certos conceitos, assim como

alguma variabilidade na capacidade de realizar transformações de dados e elaborar juízos cognitivos, aspetos que deverão ser reforçados em futuras intervenções.

A grelha de observação, aplicada durante o TP, confirmou o desenvolvimento de competências investigativas e sociais, como a manipulação de materiais laboratoriais, e o trabalho colaborativo com destaque para os critérios de aplicação de técnicas e cooperação, que obtiveram as médias mais elevadas. Contudo, foram também identificadas dificuldades na formulação de hipóteses, sinalizando a necessidade de aprofundar estas dimensões mais complexas do pensamento científico.

Já na rubrica de avaliação da SCV, observou-se um desempenho global positivo, especialmente nos critérios de observação, descrição morfológica e identificação das rochas, o que confirma a capacidade dos alunos para aplicar os conhecimentos em novos contextos.

De uma forma integrada, os dados indicam que a SD permitiu aos alunos desenvolver competências investigativas e para além disso, promoveu o desenvolvimento de outras competências como: o raciocínio e a resolução de problemas; o pensamento crítico; o relacionamento interpessoal, bem como a autonomia e o desenvolvimento pessoal.

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que a utilização de TP no contexto do EOAI promoveu, efetivamente, o desenvolvimento de competências investigativas e potenciou a consolidação das AE no ensino das rochas magmáticas.

6.2. Limitações do estudo

A presente investigação apresenta várias limitações, algumas das quais estão relacionadas com o contexto específico em que foi desenvolvida. Tendo decorrido no âmbito da IPP, o tempo disponível para a implementação da SD foi reduzido, devido à necessidade de cumprir o conjunto de AE estipuladas para o 11.º ano de escolaridade. Como consequência, foi apenas possível implementar um único ciclo de IA.

Outra limitação prende-se com a natureza, o tamanho e as características da amostra. Tratando-se de uma amostra de conveniência, não aleatória, e com número reduzido de participantes, os resultados obtidos devem ser interpretados de forma ponderada, assumindo-se como indicadores e não sendo passíveis de generalização para outros contextos educativos.

Por fim, importa referir a dupla função da professora estagiária enquanto investigadora, que poderá ter influenciado, de forma involuntária, a recolha e interpretação dos dados.

Apesar dos cuidados adotados para garantir a objetividade, o rigor metodológico e a coerência na análise, esta sobreposição de papéis constitui uma limitação a considerar, uma vez que pode afetar a neutralidade na observação e avaliação dos resultados.

6.3. Sugestões para futuras investigações

Para futuras investigações, sugere-se a aplicação de TP noutros conteúdos do 11.º ano, bem como em diferentes anos de escolaridade, de modo a avaliar de forma mais abrangente o potencial desta estratégia no ensino das geociências. Sugere-se, ainda, que à metodologia de EOAI deveria ser concedido mais tempo, o que viabilizaria uma análise longitudinal do desenvolvimento das aprendizagens e competências investigativas. Seria igualmente pertinente aprofundar o conhecimento sobre as perceções dos alunos quanto ao seu próprio processo de aprendizagem, recorrendo a metodologias qualitativas como entrevistas ou grupos focais, que poderiam trazer uma perspetiva mais subjetiva e reflexiva do impacto da metodologia.

Referências Bibliográficas

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30, 1945 - 1969. <https://doi.org/10.1080/09500690701749305>
- Abrahams, I., & Reiss, M. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49, 1035-1055. <https://doi.org/10.1002/TEA.21036>
- Abrahams, I., & Reiss, M. (2016). Enhancing Learning with Effective Practical Science. *USA: Bloomsbury Publishing*, 2 (1), 11-16. <https://doi.org/10.5040/9781350014862>
- Aguilera, D., & Perales-Palacios, F. J. (2019). Learning biology and geology through a participative teaching approach: The effect on student attitudes towards science and academic performance. *Journal of Biological Education*, 54(3), 245–261. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1569084>
- Almeida, A. (1998). *Visitas de Estudo: Concepções e eficácia na aprendizagem*. Livros Horizonte.
- Anderson, S., Pugh, K., & Manzanares, A. (2023). College students' prior knowledge and alternative conceptions regarding minerals. *Journal of Geoscience Education*, 71, 492 - 506. <https://doi.org/10.1080/10899995.2023.2205990>
- Ascensão, M. L. B. M. (2019). *Contributo das saídas de campo na aprendizagem da temática "Magmatismo. Rochas Mágmatícas": Um estudo com alunos do 11º ano de escolaridade* [Relatório de Prática de Ensino Supervisionada, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.
- Attard, C., Berger, N., & Mackenzie, E. (2021). The positive influence of inquiry-based learning teacher professional learning and industry partnerships on student engagement with STEM. *Frontiers in Education*, 6, Article 693221. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.693221>
- Best, M. G. (2013). *Igneous and metamorphic petrology*. John Wiley & Sons.
- Bonito, J., & Oliveira, D. (2022). A abordagem CTEAM (STEAM) no currículo português: distanciamentos e aproximações. *Coletânea do Congresso Paulista de Ensino de Ciências: Discutindo EC em Países Iberoamericanos*. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10174/32413>
- Brew, A., & Saunders, C. (2020). Making sense of research-based learning in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 87, 102935. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.102935>
- Cabezas, M. C. (2021). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión preliminar. *Revista Convergencia Educativa*, 9, 30–44. <https://doi.org/10.29035/rce.9.30>
- Cevik, G., & Surmeli, H. (2024). Conceptual development of 7th grade students provided inquiry-based geoscience education. *Journal of Baltic Science Education*, 23(2), 292–314. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.292>

- Chu, S., Reynolds, R., Notari, M., Tavares, N., & Lee, C. (2017). *21st Century Skills Development through Inquiry Based Learning: From Theory to Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Coutinho, C. (2014). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática* (2ª ed.). Almedina.
- DGE – Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 11.º ano. Ensino secundário. Biologia e Geologia*. Direção-Geral da Educação, Portugal. Disponível em <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-secundario>
- Dias, R. (2019). *Portugal de antes da História. Da dinâmica global aos processos geológicos*. (Vol. I da trilogia *Portugal de Antes da História*). Centro Ciência Viva de Estremoz.
- Dourado, L. (2006). Conceções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 192-212.
- Dourado, L. (2010). As actividades laboratoriais no ensino da Geologia: um estudo centrado em manuais escolares do ensino secundário. *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História*, 595-605.
- Duran, M., & Dökme, I. (2016). The Effect of the Inquiry-Based Learning Approach on Student's Critical Thinking Skills. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 12, 2887-2908. <https://doi.org/10.12973/EURASIA.2016.02311A>
- Erickson, M., Marks, D., & Karcher, E. (2020). Characterizing student engagement with hands-on, problem-based, and lecture activities in an introductory college course. *Teaching & Learning Inquiry*, 8(1), 138-153. <https://doi.org/10.20343/teachlearninqu.8.1.10>
- Falsaperla, S., Van Wyk De Vries, B., Tibaldi, A., Antoniou, V., Rust, D., Vitello, F., Whitworth, M., Bonali, F., Kearl, M., Reitano, D., Becciani, U., Harknett, J., Krokos, M., & Nomikou, P. (2022). The use of immersive virtual reality for teaching fieldwork skills in complex structural terrains. *Journal of Structural Geology*. <https://doi.org/10.1016/j.jsg.2022.104681>
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014). Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53-80. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9377-7>
- Ferreira, S., & Saraiva, L. (2021). Complexity of Practical Work in Portuguese Primary Science Textbooks. *Investigações em Ensino de Ciências*, 26(3), 281-204. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n3p281>
- Firman, M. A., Ertikanto, C., & Abdurrahman, A. (2019). Description of meta-analysis of inquiry-based learning of science in improving students' inquiry skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022018>

- Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da geologia: Aplicações da investigação na sala de aula. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra, VII Congreso*, 1-5.
- Francek, Mark. (2013). *A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. International Journal of Science Education*, 35(1), 31–64. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.736644>
- Freitas, A., Matos, J. F., Piedade, J., Teodoro, V. D., & Serradas Duarte, R. (2024). Teaching Research Methodologies in Education: Teachers' Pedagogical Practices in Portugal. *Open Education Studies*, 6(1). <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0002>
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10th ed.). Pearson.
- Gobert, J. D. (2005). The Effects of Different learning Tasks on Model-building in Plate Tectonics: Diagramming Versus Explaining. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 444–455. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-53.4.444>
- Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). The art of educating with V diagrams. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grotzinger, J. & Jordan, T.H. (2014). *Understanding Earth*. (7ª ed.). W.H. Freeman and Company.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53–66. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>
- Hoyer, L., & Hastie, W. (2022). Geoscience undergraduate students' perceptions of how field work and practical skills influence their conceptual understanding and subject interest. *Journal of Geoscience Education*, 71, 158 - 176. <https://doi.org/10.1080/10899995.2022.2110630>
- Huang, Y. (2021). Effectiveness of inquiry-based science laboratories for improving teamwork and problem-solving skills and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-29. <https://doi.org/10.1002/tea.21729>
- Huang, Y. (2022). Effectiveness of inquiry-based science laboratories for improving teamwork and problem-solving skills and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(3), 329–357. <https://doi.org/10.1002/tea.21729>
- Jamil, M., Mehmood, W., & Saleem, A. (2024). Biology Textbook Grade X (2020): Analysis for the Development of Higher Order Thinking Skills among Secondary School Science Students. *Global Regional Review*, 9(1). [https://doi.org/10.31703/grr.2024\(ix-i\).03](https://doi.org/10.31703/grr.2024(ix-i).03)
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students' interest and achievement in science: Relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches. *Research in Science Education*, 48(4), 865-885. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9590-2>
- Keinonen, T., & Ratinen, I. (2011). Student-teachers' use of Google Earth in problem-based geology learning. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 20, 345 - 358. <https://doi.org/10.1080/10382046.2011.619811>

- Kersting, M., Karlsen, S., Ødegaard, M., Olufsen, M., Kjærnsli, M., & Lunde, M. L. S. (2023). Studying the quality of inquiry-based teaching in science classrooms. A systematic video study of inquiry-based science teaching in primary and lowersecondary schools. *International Journal Of Science Education*, 45(17), 1463-1484. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2213386>
- King, C. (2008). Geoscience education: an overview. *Studies in Science Education*, 44(2), 187–222. <https://doi.org/10.1080/03057260802264289>
- Klemm, E. B., & Tuthill, G. (2003). A vision of GIS in U.S. schools: Are we there yet? *International Journal of Instructional Media*, 30(2), 177–193.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M. Sequeira et al. (Orgs.), *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências* (pp. 91–108). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L. (2001). Contributo para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos didáticos de Ciências* (Vol. 1, pp. 79–97). Lisboa: Departamento de Ensino Secundário.
- Lima, D., Orion, N., & Vasconcelos, C. (2023). *Guia para trabalho prático no ensino das ciências naturais: O ciclo das rochas* (1ª ed.). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. ISBN 978-989-35015-9-7.
- Luo, L. (2017). Diversified research methods education in LIS: Thinking outside the box. *Journal of Education for Library and Information Science*, 58(2), 49–62. <https://doi.org/10.3138/jelis.58.2.49>
- Mao, S.L., Chang, C.Y., & Barufaldi, J. P. (1998). Inquiry teaching and its effects on secondary-school students' learning of earth science concepts. *Journal of Geoscience Education*, 46(4), 363–367. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-46.4.363>
- Marshall, J. C., Smart, J. B., & Alston, D. M. (2016). Inquiry-based instruction: A possible solution to improving student learning of both science concepts and scientific practices. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5). <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9718-x>
- Martins, G. O., Gomes, C. A., Brocado, J. M. L., & Pedroso, J. V. (2017). *Perfil Dos Alunos À Saída Perfil Dos Alunos*. Editorial do Ministério da Educação e Ciência, 1–30. https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/22377%0Ahttp://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Martins, I. P. (2020). Revisitando Orientações CTS/CTSA na Educação e no Ensino das Ciências. *APeDuC*, 1(1), 13–29.
- Mathew, P., Mathew, P., Prince, J., & Peechattu, J. (2017). Reflective practices: A means to teacher development. *Asia Pacific Journal of Contemporary Education and Communication Technology*, 3(1), 126-131.
- Matias, C. A. V. P. (2019). *As potencialidades da metodologia trabalho projeto no processo de ensino-aprendizagem da temática “Magmatismo – rochas magmáticas” com alunos do 11º ano* [Relatório de Prática de Ensino Supervisionada, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa.

- Mistry, N., & Gorman, S.A. (2020). What laboratory skills do students think they possess at the start of University? *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 823-838.
- Novak, J. & Gowin, B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Platano Editora.
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos De Pesquisa*, 47(166), 1106–1133. <https://doi.org/10.1590/198053144843>
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641>
- Ormand, C. J., Shipley, T. F., Tikoff, B., Dutrow, B., Goodwin, L. B., Hickson, T., Atit, K., Gagnier, K., & Resnick, I. (2017). The Spatial Thinking Workbook: A research-validated spatial skills curriculum for geology majors. *Journal of Geoscience Education*, 65(4), 423–434. <https://doi.org/10.5408/16-210.1>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Potvin, P., Hasni, A., & Sy, O. (2017). Using inquiry-based interventions to improve secondary students' interest in science and technology. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 262-270. <https://doi.org/10.30935/scimath/9510>
- Putu, V. N. N. S., & Hikmawati, H. (2021). Analysis of students' critical thinking improvement in teaching inquiry with cognitive conflict strategies. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 9(1), 122-126. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v9i1.3999>
- Qiu, W., & Hubble, T. C. T. (2002). *The advantages and disadvantages of virtual field trips in geoscience education*. The China Papers. <https://www.researchgate.net/publication/253691199>
- Riga, F., Winterbottom, M., Harris, E., & Newby, L. (2017). Inquiry-based science education. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science education: An international course companion* (pp. 247-261). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_19
- Ronen, I. K. (2020). Action research as a methodology for professional development in leading an educational process. *Studies in Educational Evaluation*, 64, 100826. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100826>
- Sousa, L. (2021). *Bio e Geodiversidade do Gerês: Utilização do Google Earth como recurso educativo* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto]. Repositório da Universidade do Porto.
- Sshana, Z. J., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199–215. <https://doi.org/10.3926/jotse.888>
- Tanner, K., & Allen, D. (2006). Rubrics: tools for making learning goals and evaluation criteria explicit for both teachers and learners. *CBE life sciences education*, 5 3, 197-203. <https://doi.org/10.1187/CBE.06-06-0168>

- 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. P. Costa (Orgs.), *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: métodos* (Vol. 1, pp. 33-55). UA Editora. <https://doi.org/10.34624/hmtj-qg49>
- Twizeyimana, E., Shyiramunda, T., Dufitumukiza, B., & Niyitegeka, G. (2024). Teaching and Learning Science as inquiry: An outlook of teachers in science education. *SN Social Sciences*, 4(40), 1–25. <https://doi.org/10.1007/s43545-024-00846-4>
- Verstege, S., Lamot, W., Vincken, J.-P., & Diederren, J. (2022). Design of interactive protocols that help students to prepare for laboratory work. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 612–618. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00541>
- Walker, L., & Warfa, A. R. M. (2017). Process oriented guided inquiry learning (POGIL®) marginally effects student achievement measures but substantially increases the odds of passing a course. *PLoS ONE*, 12(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186203>
- Wei, B., Chen, S., & Chen, B. (2019). An Investigation of Sources of Science Teachers' Practical Knowledge of Teaching with Practical Work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 723-738. <https://doi.org/10.1007/S10763-018-9886-Y>
- Winter, J. D. (2014). *Principles of igneous and metamorphic petrology* (Vol. 2). Harlow, UK: Pearson education.

Apêndices

Apêndice 1 – Diário da PI, dia 18 de setembro de 2024

Aula 5/6/7	Data:18/09/2024
Sumário: - Realização da atividade laboratorial: Extração de DNA de células vegetais.	Duração: 50 + 50 + 50 Total: 150 minutos
Local/Espaço onde decorre a aula	
Sala de aula/Laboratório	
Atividade laboratorial “Extração de DNA de células vegetais”	
Durante a aula, os alunos realizaram a atividade "Extração de DNA de células vegetais", conforme descrito no manual, utilizando como material células vegetais de banana ou de kiwi trazidos de casa pelos alunos. A tarefa foi realizada em grupos de 2 ou 3 alunos, seguindo rigorosamente o protocolo estabelecido. Durante a atividade laboratorial, os alunos demonstraram uma conduta exemplar, respeitando as regras de segurança no laboratório, mantendo o ambiente de trabalho seguro e organizado. Para além disso, os alunos foram colaborativos e geriram bem o tempo para a conclusão da tarefa. Na aula prática seguinte, foi proposta a realização de um V de Gowin, com o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos e fomentar a reflexão sobre o trabalho prático laboratorial.	Esta aula revelou-se bastante relevante, pois permitiu compreender o nível de participação dos alunos durante a realização de uma atividade prática. Apesar disso, ficou clara a ausência de uma compreensão sólida do propósito da atividade que estavam a realizar. Esta desconexão entre a prática desenvolvida e os conceitos teóricos revelou-se evidente, especialmente na interpretação dos resultados, que mostrou falta de clareza e de uma análise crítica mais aprofundada.

Apêndice 2 – SD da intervenção pedagógica



Sequência didática		Biologia e Geologia – 11.º ano			
Professora	Inês Morais	Duração	650 minutos	N.º de aulas	6
Domínio	Magmatismo e Rochas Mágmatas				
Finalidade	Desenvolver competências investigativas nos alunos e promover a compreensão sobre a génese e classificação das rochas magmáticas.				
Aprendizagens Essenciais	- Explicar texturas e composições mineralógicas de rochas magmáticas com base nas suas condições de génese. - Classificar rochas magmáticas com base na composição química (teor de sílica), composição mineralógica (félsicos e máficos) e ambientes de consolidação. - Caracterizar basalto, gabro, andesito, diorito, riólito e granito (cor, textura, composição mineralógica e química). - Identificar laboratorialmente rochas magmáticas em amostras de mão e/ou no campo em formações geológicas.				
AE transversais	Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).				
Conceitos	Andesito, basalto, composição mineralógica, diorito, gabro, granito, magma, minerais félsicos, minerais máficos, peridotito, riólito, rocha magmática, rocha plutónica, rocha vulcânica, textura afanítica, textura fanerítica.				
Aula	Duração (minutos)	Procedimento		Avaliação	
1	100	Realização de um teste diagnóstico; Elaboração de um mapa de conceitos.		Teste diagnóstico Mapa de conceitos	
2	100	Apresentação da questão de investigação; Introdução teórica.			
3	100	Conclusão da contextualização teórica; Elaboração de um mapa de conceitos		Mapa de conceitos	
4	150	Realização do trabalho prático laboratorial; Elaboração de o primeiro V de Gowin; Realização do trabalho prático experimental; Elaboração de o segundo V de Gowin.		V de Gowin Grelha de observação	
5	100	Realização de uma saída de campo virtual;		Guião da saída de campo virtual	
6	100	Continuação da saída de campo virtual; Realização de um teste de aferição de conhecimentos.		Guião da saída de campo virtual Teste de aferição de conhecimentos	

Plano de intervenção - Aula 1					
Professora:	Inês Morais	Data:	28/02/2025	Duração:	100 minutos
Aulas n.º:	145 e 146				
Sumário:	Realização de um pré-teste. Elaboração de um mapa de conceitos sobre o tema: magmatismo e rochas magmáticas.				
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula		Estratégia	Recursos Didáticos
Pré-teste	50	- Realização de um pré-teste.		Testagem	Teste
Elaboração de um mapa de conceitos	50	- Divisão da turma em grupos de três elementos. - Elaboração de um mapa de conceitos pelos grupos de trabalho.		Trabalho de grupo	Mapa de conceitos

Plano de intervenção - Aula 2					
Professora:	Inês Morais	Data:	07/03/2025	Duração:	100 minutos
Aulas n.º:	147 e 148				
Sumário:	Génese e classificação das rochas magmáticas. Diversidade das rochas magmáticas.				
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula		Estratégia	Recursos Didáticos
Apresentação da questão de investigação	10	- Apresentação da questão a investigar: "De que forma se formam as rochas magmáticas e quais os fatores que influenciam as suas características e a diversidade?".		Questionamento	PowerPoint
Introdução teórica	90	- Génese das rochas magmáticas. - Minerais das rochas magmáticas. - Classificação das rochas magmáticas (composição química, composição mineralógica, textura, cor). - Diversidade das rochas magmáticas.		Questionamento	PowerPoint

Plano de intervenção - Aula 3					
Professora:	Inês Morais	Data:	11/02/2025	Duração:	100 minutos
Aulas n.º:	149 e 150				
Sumário:	Diferenciação e cristalização fracionada. Elaboração de um mapa de conceitos.				
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula		Estratégia	Recursos Didáticos
Conclusão da contextualização teórica;	50	- Diferenciação e cristalização fracionada.		Questionamento Exposição	PowerPoint
Elaboração de um mapa de conceitos	50	- Divisão da turma em grupos de três elementos. - Completar o mapa de conceitos realizado anteriormente, com os novos conceitos aprendidos.		Trabalho de grupo	Mapa de conceitos

Plano de intervenção - Aula 4							
Professora:	Inês Morais	Data:	12/03/2025	Duração:	150 minutos	Aulas n.º:	151, 152 e 153
Sumário:	Trabalho prático laboratorial: “A influência da composição mineralógica na cor rochas magmáticas”. Trabalho prático experimental: “A influência da velocidade de arrefecimento do magma na cristalização das rochas magmáticas”.						
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula			Estratégia	Recursos Didáticos	
Trabalho prático laboratorial	50	- Realização do trabalho prático laboratorial: “A influência da composição mineralógica na cor rochas magmáticas”; - Elaboração de o primeiro V de Gowin, relativo ao trabalho prático laboratorial. - Realização do trabalho prático experimental: “A influência da velocidade de arrefecimento do magma na cristalização das rochas magmáticas”; - Elaboração de o segundo V de Gowin, relativo ao trabalho prático experimental.			Trabalho prático Trabalho de grupo	V de Gowin	
Trabalho prático experimental	50					V de Gowin	

Plano de intervenção - Aula 5					
Professora:	Inês Morais	Data:	14/03/2025	Duração:	100 minutos
Aulas n.º:	154 e 155				
Sumário:	Saída de campo virtual - Rochas magmáticas em Portugal. Realização do pós-teste.				
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula		Estratégia	Recursos Didáticos
Exploração do <i>Google Earth</i>	100	- Divisão da turma em grupos de 3 a 4 elementos. - Distribuição de um guião de exploração da saída de campo virtual. - Exploração da plataforma <i>Google Earth</i> e realizar a saída de campo virtual.		Simulação Trabalho de Grupo	Guião de exploração da saída de campo virtual <i>Google Earth</i>

Plano de intervenção - Aula 6					
Professora:	Inês Morais	Data:	18/03/2025	Duração:	100 minutos
Aulas n.º:	156 e 157				
Sumário:	Conclusão da Saída de campo virtual - Rochas magmáticas em Portugal. Realização do pós-teste.				
Fase do procedimento	Duração (min.)	Desenvolvimento de aula		Estratégia	Recursos Didáticos
Exploração do <i>Google Earth</i>	60	- Divisão da turma em grupos de 3 elementos. - Distribuição de um guião de exploração da saída de campo virtual. - Exploração da plataforma <i>Google Earth</i> e realizar a saída de campo virtual.		Simulação Trabalho de Grupo	Guião de exploração da saída de campo virtual <i>Google Earth</i>
Pós-teste	40	- Realização do pós-teste.		Testagem	Teste

Apêndice 3 – Pré e pós-teste implementado

U.PORTO
UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE CIÊNCIAS
EXATAS E DE CIÊNCIAS DA TERRA

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2024/2025

Biologia e Geologia - 11.º ano

Pré-teste

Nome: _____ n.º: _____

Domínio: Magmatismo e Rochas Magmáticas

1. Estabelece a correspondência entre as características das rochas expressas na coluna I e a respetiva rocha presente na coluna II.

Coluna I	Coluna II
(A) Rocha resultante da solidificação, em profundidade, de magmas básicos.	1. Basalto
(B) Rocha intrusiva ácida que apresenta uma cor clara.	2. Andesito
(C) Rocha constituída por anfíbolos e plagioclases, resultante da solidificação à superfície de um magma com 60% sílica.	3. Riólito
(D) Correspondente intrusivo do andesito.	4. Diorito
(E) Rocha básica comum nas ilhas dos arquipélagos dos Açores e da Madeira, formada em resultado de erupções vulcânicas.	5. Granito
(F) Rocha extrusiva de cor clara, constituída por elevada percentagem de sílica.	6. Gabro

A-6; B-5; C-2; D-4; E-1; F-3

2. Os granitos são rochas magmáticas _____ que resultam do arrefecimento _____ do magma.

(A) plutónicas (...) rápido
(B) plutónicas (...) lento
(C) vulcânicas (...) rápido
(D) vulcânicas (...) lento

3. Uma rocha plutónica e uma rocha vulcânica, formadas a partir do mesmo magma, distinguem-se pela _____ dos seus minerais, ou seja, pela _____ da rocha.

(A) dimensão (...) textura
(B) cor (...) textura
(C) dimensão (...) composição química
(D) cor (...) composição química

1

4. Selecciona a opção que avalia corretamente as afirmações seguintes:

- Os magmas andesíticos dão origem a rochas vulcânicas de textura granular.
- Os andesitos são rochas vulcânicas formadas a partir do magma andesítico e apresentam minerais máficos e félsicos.
- Quanto à cor, o basalto é melanocrata e o granito leucocrata.

(A) a afirmação i é falsa, ii e iii são verdadeiras.
(B) a afirmação ii é falsa, i e iii são verdadeiras.
(C) a afirmação iii é falsa, i e ii são verdadeiras.
(D) as afirmações i e ii são falsas, iii é verdadeira.

5. As rochas dos fundos oceânicos são rochas magmáticas

(A) melanocratas formadas na zona de rift.
(B) leucocratas formadas em zonas de rift.
(C) leucocratas formadas em zonas de subdução.
(D) melanocratas formadas em zonas de subdução.

6. Selecciona pela ordem correta o magma das seguintes rochas: gabro, granito, diorito, obsidiana.

(A) andesítico, riolítico, andesítico, riolítico
(B) riolítico, basáltico, andesítico, riolítico
(C) basáltico, riolítico, andesítico, riolítico
(D) basáltico, andesítico, riolítico, andesítico

7. Os magmas basálticos consolidar _____, originando _____.

(A) lentamente (...) dioritos
(B) rapidamente (...) dioritos
(C) rapidamente (...) gabros
(D) lentamente (...) gabros

8. Selecciona a opção que avalia corretamente as afirmações seguintes:

- As rochas plutónicas apresentam textura granular.
- O riólito apresenta uma textura afanítica.
- O basalto apresenta uma textura granular.

(A) a afirmação i é falsa, ii e iii são verdadeiras.
(B) a afirmação ii é falsa, i e iii são verdadeiras.
(C) a afirmação iii é falsa, i e ii são verdadeiras.
(D) as afirmações i e ii são falsas, iii é verdadeira.

9. Num limite convergente, com zona de subdução, é expectável encontrar rochas magmáticas, como _____, com um teor de sílica entre 50% a 65%, sendo classificadas como rochas _____.

(A) basaltos (...) básicas
(B) dioritos (...) intermédias
(C) dioritos (...) básicas
(D) basaltos (...) intermédias

10. Relacione a textura das rochas magmáticas com a velocidade de arrefecimento do magma.

T1 – A textura granular ou fanerítica, forma-se quando o magma arrefece lentamente no interior da crosta terrestre. Este arrefecimento lento permite que os minerais cresçam e se desenvolvam. As rochas com esta textura apresentam minerais definidos, sendo características das rochas plutónicas.

T2 – A textura agranular ou afanítica, esta ocorre quando o magma arrefece rapidamente impedindo o crescimento dos minerais. Esta textura é característica das vulcânicas.

11. Explique como a mobilidade das placas litosféricas influencia a formação de diferentes tipos de rochas magmáticas, fornecendo exemplos práticos.

T1 – Os magmas riolíticos estão associados à decompressão que ocorre após a formação de cadeias de montanhas, na sequência da convergência de duas placas continentais. Essa decompressão diminui o ponto de fusão das rochas, permitindo a formação de magmas ricos em sílica. Estes magmas consolidam, sobretudo, em profundidade originando rochas como o granito. O arrefecimento à superfície origina o rólito.

T2 – Os magmas basálticos ocorrem em zonas de rift e em pontos de quente, provavelmente a partir da fusão parcial da rocha do manto. Ao solidificarem lentamente e em profundidade, originam-se rochas como o gabro, e se a solidificação ocorrer rapidamente e à superfície ou próximo dela, originam-se rochas como o basalto.

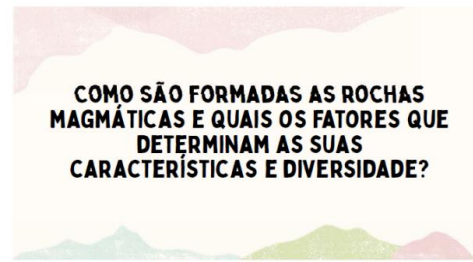
T3 – Os magmas andesíticos estão associados a zonas de subdução. O aumento da pressão e da temperatura que a placa em subdução vai sofrendo promove a libertação da água dos sedimentos da porção mais superficial da placa oceânica em subdução, originando magma intermédio. A consolidação destes magmas em profundidade origina dioritos, enquanto a sua consolidação à superfície origina andesitos.

3

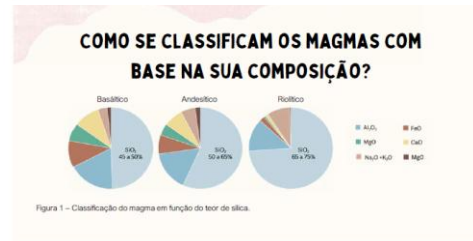
Apêndice 4 – PowerPoint sobre a génese e classificação das rochas magmáticas (Aula 2)



1



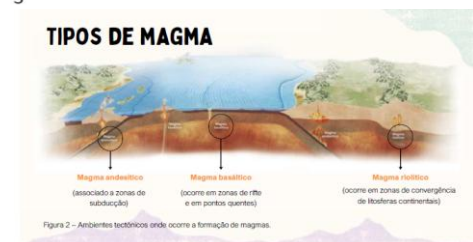
2



3



4



5



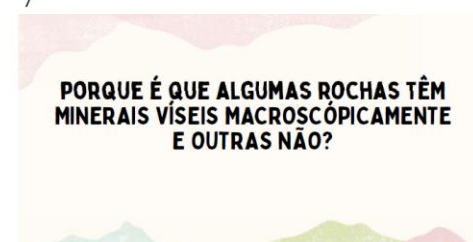
6



7



8



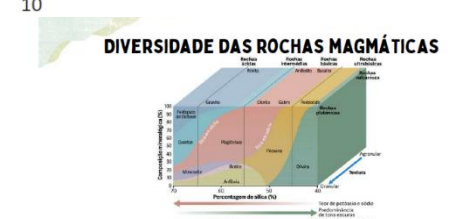
9



10



11



12

Apêndice 5 - V de Gowin_1: A influencia da composição mineralógica na cor das rochas magmáticas

Relatório de atividade 1

A influencia da composição mineralógica na cor rochas magmáticas

Domínio: Magmatismo e rochas magmáticas

Nome: _____ n.º: _____ 11.º

Fundamentação Teórica

A **composição mineralógica** das rochas magmáticas resulta da cristalização de diferentes minerais a partir do magma. Estes minerais podem ser classificados em dois grupos: minerais essenciais e minerais acessórios. Os minerais **essenciais** estão presentes em percentagem superior a 5% e determinam a classificação da rocha. Estes dividem-se em minerais **máficos** e minerais **félsicos**, dependendo da sua composição química e tonalidade. Os minerais máficos são ricos em **ferro** e **magnésio**, o que lhes confere uma cor **escura**, como as olivinas, as piroxenas, as anfíbolas e a biotite. Os minerais félsicos apresentam uma tonalidade **clara** devido à sua composição rica em **silica**, **alumínio** e **potássio**, como o quartzo, os feldspatos (ortoclase e plagioclase) e a moscovite. Os minerais **acessórios** são aqueles que aparecem em pequenas quantidades na rocha (< 5%), sem influenciar significativamente a sua classificação. A **cor** das rochas magmáticas reflete a quantidade relativa de minerais máficos e félsicos na sua composição. Assim, as rochas podem ser classificadas em: **melanocratas**, apresentam tonalidades escuras, pois contêm uma elevada percentagem de minerais **máficos**; rochas **mesocratas**, se as percentagens de minerais máficos e félsicos for **semelhante**; e rochas **leucocratas** apresentam tons claros, onde predominam os minerais **félsicos**.

Princípios/Assunções

- Os minerais que constituem as rochas e as condições relativas à sua génese, levam à formação de rochas **distintas**.
- Os minerais são materiais **sólidos**, naturais e **inorgânicos**, com uma **estrutura** e composição química **bem definidas**.
- As rochas magmáticas podem apresentar cor **clara** (leucocrata), cor **intermédia** (mesocrata) ou cor **escura** (melanocrata).
- Rochas com a mesma **composição química/mineralógica** podem ter texturas diferentes, dependendo do ambiente de formação.

Conceitos

Rocha magmática, mineral, cor, composição mineralógica, mineral essencial, mineral acessório, minerais máficos, minerais félsicos, melanocrata, mesocrata, leucocrata.

Questão orientadora

De que forma a composição mineralógica influencia a cor da rocha resultante?

Acontecimentos/Objetivos

- Pesar a plasticina de acordo com as quantidades indicadas na tabela da Rocha 1.
- Misturar a plasticina até obter uma mistura homogénea.
- Repetir o procedimento para as Rochas 2 e 3.

Rocha 1		
Mineral	Cor representada	Quantidade (g)
Olivina	Verde-claro	2
Piroxena	Verde-escuro	8
Plagioclase	Cinzentos-escuro	10

Rocha 2		
Mineral	Cor representada	Quantidade (g)
Piroxena	Verde-escuro	6
Anfíbolas	Preto	3
Plagioclase	Cinzentos-claro	10

Rocha 3		
Mineral	Cor representada	Quantidade (g)
Quartzo	Branco	8
Feldspato potássico	Rosa	7
Biotite	Preto	1
Moscovite	Amarelo	3
Plagioclase	Cinzentos-claro	2

Júízos de valor

Esta atividade ajuda a compreender, por analogia, de que forma a **composição mineralógica** influencia a **cor** das rochas magmáticas. Assim, a composição mineralógica do **magma** define a tonalidade da rocha resultante, permitindo classificá-las com base na cor. Durante a atividade prática **laboratorial**, usamos **plasticina** para representar os diferentes minerais presentes nas rochas.

Júízos cognitivos

A coloração das rochas resulta da **quantidade** relativa de minerais **félsicos** e **máficos**. Uma rocha **leucocrata**, é rica em minerais félsicos (quartzo e feldspato) e por isso apresenta uma cor **clara**, como o riólito. Já uma rocha **mesocrata**, possui minerais máficos e félsicos na sua constituição, sendo por isso uma rocha com tom **intermédio**, como o **andesito**. As rochas **melanocratas**, como o basalto, apresentam minerais **máficos** (piroxena, anfíbola, olivina) na sua constituição, dando assim uma tonalidade **escura** à rocha.

Transformações

	Rocha melanocrata	Rocha mesocrata	Rocha leucocrata
Composição mineralógica	Olivina, piroxena, plagioclase	Anfíbola, plagioclase e piroxena	Quartzo, feldspato potássico, biotite, moscovite, plagioclase
Coloração da rocha	Escura	Intermédia	Clara
Exemplo	Basalto	Andesito	Riólito

Registos

	Rocha 1	Rocha 2	Rocha 3
Cor	escura	intermédia	clara
Fotografia			

Apêndice 6 – V de Gowin_2 – A influência de velocidade de arrefecimento na cristalização das rochas magmáticas

Relatório de atividade 2

A influência da velocidade de arrefecimento do magma na cristalização das rochas magmáticas

Domínio: Magmatismo e rochas magmáticas

Nome: _____ n.º: _____ 11.º

Fundamentação Teórica

As rochas **magmáticas** formam-se a partir da solidificação ou cristalização do **magma**. Este processo pode ocorrer em profundidade, dando origem a rochas **plutónicas**, ou à superfície, ou próximo desta, originando rochas **vulcânicas**. A cristalização dos minerais a partir do magma depende essencialmente da velocidade de **arrefecimento**. Quando o magma solidifica em profundidade, o arrefecimento é **lento**, permitindo o crescimento de **grandes cristais**, resultando numa textura **granular** ou **fanerítica**. Pelo contrário, quando o arrefecimento ocorre à superfície, dá-se de forma rápida, originando **cristais** muito **pequenos**, invisíveis a olho nu, conferindo à rocha uma textura **agranular** ou **afanítica**.

Princípios/Assunções

- A velocidade de arrefecimento do magma condiciona o processo de **cristalização**.
- Algumas das rochas, tal como o granito, apresentam cristais de **maior** dimensão, visíveis a olho nu (textura fanerítica/granular), enquanto outras, como o riólito, têm cristais de **menor** dimensão, observáveis apenas ao microscópio (textura agranular ou afanítica).
- Existem rochas magmáticas que não apresentam cristais (textura **vitrea**).
- A cristalização é completa se o arrefecimento for **lento** e incompleta, ou ausente, quando o arrefecimento é **rápido**.
- A etilvanilina, é um composto orgânico que funde a uma temperatura aproximada de 77°C.
- A etilvanilina fundida arrefece e solidifica, formando cristais sob a forma de polígonos com fibras alongadas. Quanto maior for o polígono e/ou a largura das fibras, maiores serão os cristais formados.

Conceitos

Rocha magmática (ígneia), rocha vulcânica, rocha plutónica, mineral, magma, fusão, granito, riólito, cristalização completa/incompleta, textura granular/fanerítica, textura agranular/afanítica, vitrea, velocidade de arrefecimento, temperatura.

Questão orientadora

De que forma a velocidade de arrefecimento do magma influencia o tamanho dos cristais nas rochas magmáticas?

Acontecimentos/Objetivos

- Colocar etilvanilina sobre duas lâminas de vidro;
- Aquecer as lâminas, sobre uma placa de aquecimento, a uma temperatura superior a 80°C, até à fusão completa dos cristais.
- Desligar a placa de aquecimento;
- Cobrir as preparações com uma lamela;
- Deixar uma das lâminas a arrefecer sobre a superfície quente da placa;
- Posicionar uma das lâminas em cima de um acumulador de gelo;
- Cronometrar, em todas as lâminas, o tempo de solidificação da etilvanilina;
- Observar as lâminas ao microscópio.

Neste espaço os alunos devem colocar imagens alusivas aos acontecimentos.

Juízos de valor

Embora esta experiência ajude a compreender, por analogia, de que forma a **velocidade de arrefecimento** influencia a **cristalização** do **magma**, é importante referir que as condições no interior da Terra são diferentes. Durante a atividade prática **experimental**, usamos a **etilvanilina** para representar o magma. Além da velocidade de arrefecimento, existem outros fatores que também influenciam o **tamanho** dos **cristais** nas rochas magmáticas, como a **composição química** do magma, a **profundidade** a que se encontra, o **tempo** de **arrefecimento** e a **quantidade de espaço** disponível para o crescimento dos cristais. Estes fatores determinam a **textura** da rocha, ou seja, o **tamanho** e o **arranjo** dos seus minerais. Assim, rochas que resultam de arrefecimento lento, como o **granito**, apresentam uma textura **granular/fanerítica**, enquanto rochas que resultam do arrefecimento rápido do magma, como o **riólito**, apresentam uma textura **agranular/afanítica**.

Juízos cognitivos

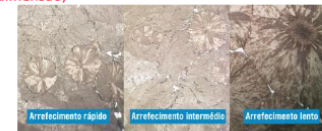
A velocidade de arrefecimento do magma (influenciada pela **temperatura** do local) condiciona a **cristalização** das rochas magmáticas. Um magma que arrefece e solidifica rapidamente, origina rochas que apresentam uma cristalização **incompleta**, com a formação de cristais de **pequena** dimensão. Rochas magmáticas cujo magma arrefece e solidifica **lentamente**, têm uma cristalização completa, com a formação de cristais de **grande** dimensão.

Transformações

	Tempo de solidificação	Tamanho dos cristais	Velocidade de arrefecimento
Lâmina - superfície fria	11 (s)	pequenos	rápido
Lâmina - superfície quente	30 (s)	grandes	lento

Registos

Lâmina – superfície fria: 11 segundos; observam-se os cristais pouco alongados e de pequena dimensão;
Lâmina – superfície quente: 23 segundos; observam-se cristais alongados e de grande dimensão;



Apêndice 7 – Guião da Saída de Campo Virtual

U. PORTO Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024/2025
Biologia e Geologia - 11.º ano
Nome: _____ n.º: _____

Guião de exploração – Saída de campo virtual

1. Aceder ao link da saída de campo virtual:
<https://earth.google.com/earth/d/17-UP9FKAYKnUJNiQYXHRHrKt5qe7KDt?usp=sharing>
2. Após aceder ao link, percorrer a saída de campo virtual seguindo as instruções de A até D.

A - Em cada uma das paragens, utiliza as setas, para visualizares todas as imagens, vídeos ou notícias.



B - Em cada um dos slides lê atentamente as informações disponibilizadas no texto.

C - Após analisar cada slide, passa para o seguinte utilizando as setas localizadas no canto inferior esquerdo.



D - Usa o Street View para uma visão mais próxima do local.

1

3. Regista as tuas respostas no Padlet "Saída de Campo Virtual – Rochas magmáticas em Portugal", através do seguinte link:
<https://padlet.com/up202308233/sa-da-de-campo-virtual-rochas-magm-ticas-em-portugal-ka9jlg9rk4r1qv16>
4. Por fim, acede ao seguinte link:
<https://wordwall.net/pt/resource/88457927>

2

Apêndice 8 – Grelha de Observação

n.º	Cognitivo e metacognitivo (3v)			Rigor (1v)	Socioemocional (1v)	Total
	1	2	3	4	5	
1	1	0,5	0,5	1	1	4
2	1	1	1	1	1	5
3	0,5	0,5	0,5	1	1	3,5
4	1	0,5	1	1	1	4,5
5	1	1	1	1	1	5
6	1	0,5	1	1	1	4,5
7	1	0,5	1	1	1	4,5
8	1	0,5	1	1	1	4,5
9	1	0,5	1	1	1	4,5
10	1	1	1	1	1	5
11	1	1	1	1	1	5
12	1	1	1	1	1	5
13	1	1	1	1	1	5
14	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
15	1	1	1	1	1	5
16	1	0,5	1	1	1	4,5

Apêndice 9 – Declaração de consentimento informado para alunos menores e declaração de assentimento informado

Declaração de consentimento informado	
Título da investigação: Aprender sobre rochas magmáticas no 11.º ano de escolaridade com recurso ao trabalho prático no ensino orientado para a aprendizagem por investigação Nome do investigador principal: Inês Sofia Medeiros Morais Orientadores Científicos: Cecília Guerra Contacto do investigador principal: up202308233@up.pt	
Exmo. (a) Sr.(a) Encarregado(a) de Educação,	
O estudo, no âmbito do meu projeto de mestrado, intitulado <i>Aprender sobre rochas magmáticas no 11.º ano de escolaridade com recurso ao trabalho prático no ensino orientado para a aprendizagem por investigação</i>, irá centrar-se numa intervenção educativa que utiliza a Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI), nas aulas de Biologia e Geologia do 11.º ano de escolaridade. Pretende-se verificar se a utilização de trabalho prático, no EOAI promove o desenvolvimento de competências investigativas e potencia a aprendizagem da temática sobre rochas magmáticas nos alunos do 11.º ano de escolaridade. Para tal, decorrerá uma intervenção constituída por uma sequência didática integrada na normal planificação das aulas de Biologia e Geologia, pelo que as aulas envolvidas na presente investigação decorrerão de forma semelhante às restantes aulas. Para a concretização da sequência didática é necessária a recolha de informação junto do seu educando. Assim, vimos solicitar o seu consentimento e autorização para a participação do seu educando nesta investigação. Eu, o/a encarregado/a de educação abaixo-assinado, declaro que: A. Autorizo a participação do/da meu/minha educando/a _____, nº _____, do _____, na investigação acima referida; B. Compreendi as informações contidas neste documento sobre a investigação supracitada; C. Foi-me facultada a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte da investigadora principal; D. A participação do/da meu/minha educando/a na investigação mencionada incluirá a aplicação de instrumentos de recolha de dados tais como: recolha documental (Teste diagnóstico e de aferição de conhecimento, V de Gowin, mapas de conceitos e grelhas de avaliação) e observação realizada pela investigadora principal; E. Compreendi que a participação do/da meu/minha educando/a é voluntária e que poderá desistir desta investigação, a qualquer momento, sem indicar o motivo. No entanto, entendo também que o sucesso do presente estudo depende da sua colaboração; F. Percebi que é garantido o anonimato para o exterior e a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos; G. Entendi que a investigadora irá armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins da investigação em causa.	
O/A encarregado/a de educação	A investigadora principal
_____	_____
Data ____/____/____	Data ____/____/____

Declaração de assentimento informado	
Título da investigação: Aprender sobre rochas magmáticas no 11.º ano de escolaridade com recurso ao trabalho prático no ensino orientado para a aprendizagem por investigação Nome do investigador principal: Inês Sofia Medeiros Morais Orientadores Científicos: Cecília Guerra Contacto do investigador principal: up202308233@up.pt	
Olá!	
Venho convidar-te para participares num projeto que decorrerá na _____ sobre a temática Magmatismo e Rochas Mágmatas.	
Esta investigação é importante para promover as tuas aprendizagens através da <i>Metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação</i> .	
A tua participação é fundamental para o sucesso deste projeto.	
Se estiveres disposto/a a colaborar, peço-te que leias e assines o teu consentimento:	
Eu, abaixo-assinado/a, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, a proteção e segurança dos dados dos intervenientes.	
Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima.	
Sei que posso desistir deste projeto a qualquer momento, sem indicar o motivo, mas compreendo que o sucesso deste estudo depende da minha colaboração.	
Obrigada pela tua colaboração e bem-vindo ao grupo de investigação!	
O/A aluno(a)	A investigadora principal
_____	_____
Data ____/____/____	Data ____/____/____