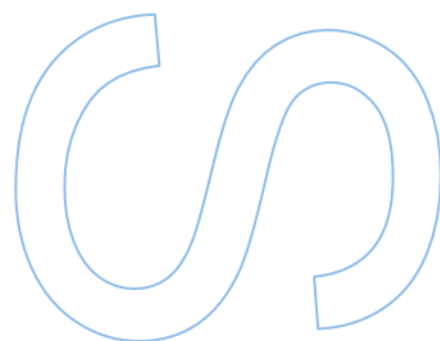
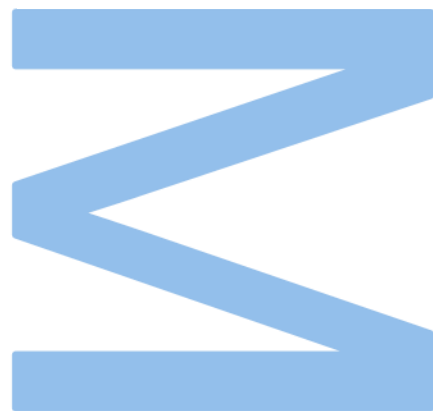


Como se forma uma caldeira vulcânica? Modelos para o ensino no 7º ano de escolaridade



Jorge Manuel Lopes Fernandes

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



Como se forma uma caldeira vulcânica? Modelos para o ensino no 7.º ano de escolaridade

Jorge Manuel Lopes Fernandes

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2025

Orientadora

Clara Vasconcelos, Professora Associada com Agregação,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



“All we have to decide is what to do with the time that is given us”

J.R.R. Tolkien, *The Fellowship of the Ring*

Agradecimentos

À professora Doutora Clara Vasconcelos, minha orientadora científica, agradeço profundamente pela orientação, pelas críticas construtivas, pela generosidade com que sempre me guiou ao longo deste percurso. O seu contributo foi determinante para o meu crescimento, tanto quanto professor em formação também como investigador.

À orientadora cooperante, expresso o meu sincero reconhecimento pelo apoio, pela confiança e pela abertura demonstrada ao longo de todo o ano letivo. A partilha de conhecimentos e experiência foi essencial para a minha integração no quotidiano escolar e para o desenvolvimento das minhas práticas pedagógicas.

À minha colega de estágio, Dora Lages, agradeço o companheirismo e o apoio mútuo que tornaram este ano letivo mais leve.

A todos os professores que fizeram parte do meu percurso no mestrado, deixo um agradecimento sentido. Cada unidade curricular contribuiu, à sua maneira, para a construção de uma visão mais crítica e exigente pela educação inerente. Aprendi convosco a ser melhor aluno, mas, sobretudo, a refletir sobre o que significa ser professor.

Aos meus alunos, deixo uma palavra muito especial. Foi um privilégio ensinar-vos, e, acima de tudo, aprender convosco. Obrigado pelas brincadeiras, pelas gargalhadas, pela forma como tornaram cada dia mais leve e significativo. Ensinar-vos foi uma honra, mas ser vosso professor foi, sobretudo, uma aprendizagem.

À minha família, especialmente aos meus pais e irmãos, agradeço por serem a minha inspiração diária, pelos valores que me transmitiram e por todo o apoio incondicional que me deram ao longo destes anos da faculdade.

Aos meus amigos do teatro, obrigado por acreditarem nas minhas ideias, por estarem sempre presentes e pelo trabalho criativo que partilhámos ao longo deste ano.

E, por fim, à Marta, obrigado pelo amor, pelo carinho e pela paciência com que me acompanhaste ao longo desta etapa exigente. Sem ti, este ciclo não teria acabado. Devo-te muito deste percurso. Obrigado por tudo.

Resumo

O presente relatório descreve e analisa uma investigação desenvolvida no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), centrada na aplicação da metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada em Modelos (EOABM). O estudo foi realizado com uma amostra de 18 alunos do 7.º ano de escolaridade numa escola secundária do Porto no ensino das Ciências Naturais, com especial foco na compreensão do processo da formação de caldeiras vulcânicas. O ensino das Ciências Naturais no 3.º Ciclo, nomeadamente no domínio da geologia, é frequentemente marcado por abordagens transmissivas, o que dificulta aprendizagens significativas e o desenvolvimento do pensamento científico.

Apesar da valorização crescente das metodologias ativas nos documentos curriculares, ainda se verifica uma lacuna na aplicação sistemática de estratégias baseadas na modelação, sobretudo em temas complexos como o vulcanismo. Neste contexto, o presente estudo tem como propósito investigar de que forma a utilização da metodologia EOABM, aliada a estratégias como questionamento, o trabalho colaborativo e a modelação experimental, pode favorecer a construção de mapas mentais e promover competências investigativas.

A investigação adota uma abordagem metodológica sustentada na Investigação-Ação (I-A), de natureza qualitativa com componentes quantitativas, visando não só transformar a prática letiva, mas também produzir conhecimento sobre ela. A aplicação da Sequência Didática (SD) foi acompanhada por instrumentos de recolha de dados como os Vês de Gowin, os mapas de conceitos e o inquérito tipo *Snapshpot*. Os resultados revelaram progressos na formulação de hipóteses, organização conceptual e compreensão dos processos vulcânicos. Verificou-se evolução nos mapas de conceito e nos Vês de Gowin, ainda que a qualidade tenha diminuído com a redução do apoio docente.

Conclui-se que o EOABM, quando integrada em práticas pedagógicas mediadas e reflexivas, potencia aprendizagens significativas e duradouras. Segue-se, como perspetiva futura, a extensão desta abordagem a outros métodos curriculares e a realização de estudos longitudinais que analisem a sua eficácia na retenção e transferência do conhecimento.

Palavras-chave: EOABM, Caldeira vulcânica, Modelação, V de Gowin, Mapas de Conceitos.

Abstract

This report describes and analyses a research project carried out within the framework of a Supervised Teaching Practice, focusing on the implementation of the Model-Based Teaching (MBT) methodology. The study was conducted with a sample of eighteen Year 7 students from a secondary school in Porto, within the scope of Natural Sciences education, with a particular emphasis on understanding the formation of volcanic calderas. At the lower secondary level, the teaching of Natural Sciences, particularly geology, is often characterised by transmissive approaches, which hinder meaningful learning and the development of scientific reasoning.

Despite the growing emphasis on active methodologies in official curricular documents, there remains a gap in the consistent application of model-based strategies, especially in complex topics such as volcanism. In this context, the present study aims to explore how the use of MBT, combined with strategies such as questioning, collaborative learning, and experimental modelling, can foster the construction of mental models and the development of investigative competences.

The research adopts an Action Research (AR) methodological approach, predominantly qualitative with quantitative components, aiming not only to transform teaching practice but also to generate pedagogical knowledge. The implementation of the Didactic Sequence (DS) was supported by data collection instruments, including Gowin's Vee diagrams, concept maps, and a Snapshot-type questionnaire. The results showed progress in hypothesis formulation, conceptual organisation, and understanding of volcanic processes. Improvements were observed in both concept maps and Gowin's Vees, although a slight decline in quality was noted as teacher support was reduced.

It is concluded that MBT, when integrated into reflective and well-mediated pedagogical practices, enhances meaningful and lasting learning. As a future perspective, it is suggested that this approach be extended to other curricular topics and that longitudinal studies be carried out to assess its effectiveness in knowledge retention and transfer.

Keywords: MBT, Volcanic Caldera, Modelling, Gowin's V, Concept Maps.

Índice

Lista de Tabelas	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Abreviaturas	viii
Introdução	1
1.1. Contextualização da investigação.....	1
1.2. Finalidade, questões e objetivos de investigação.....	2
1.3. Organização do relatório de estágio	3
2. Enquadramento educacional.....	5
2.1. Enquadramento curricular	5
2.2. O ensino do vulcanismo	6
3. Metodologia de ensino	7
3.1. Modelos científicos, modelos mentais, e modelos curriculares para o ensino	7
3.2. Metodologia de ensino orientado para aprendizagem baseada em modelos.....	9
3.3. Estratégias de ensino	10
4. Metodologia de investigação.....	11
4.1. Classificação de metodologia.....	12
4.2. Caracterização da amostra	13
4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	14
4.4. Validade e fidelidade do estudo	16
4.5. Questões de ética	17
5. Intervenção pedagógica	17
5.1. Sequência de aulas	18
5.2. Caracterização das aulas	19
5.3. Recursos educativos	24
6. Resultados e discussão.....	24
6.1. Resultados e discussão referentes ao V de Gowin	25
6.2. Resultados e discussão referentes ao Mapa de Conceitos	35

6.3. Resultados e discussão referentes ao <i>SnapShot</i>	38
6.4. Análise comparativa entre os Vês de Gowin, os Mapas de Conceitos e o relatório <i>Snapshot</i>	43
7. Conclusões e futuras investigações	45
7.1. Conclusões gerais	46
7.2. Limitações do estudo	47
7.3. Sugestões para estudos futuros	48
Referências Bibliográficas	49
Apêndices	54
Apêndice 1. Pedido de consentimento informado	54
Apêndice 2. Pedido de assentimento informado	55
Apêndice 3. Planificações das aulas	56
Apêndice 4. <i>PowerPoint</i>	59
Apêndice 5. Vês de Gowin	65
Apêndice 6. Mapas de conceitos	67
Apêndice 7. Relatório <i>Snapshot</i>	70
Apêndice 8. Grelha de avaliação	71

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Objetivos educativos, científicos e profissionais delineados para o desenvolvimento desta IP.	3
Tabela 2 – Enquadramento curricular desta IP.	5
Tabela 3 – Caracterização da turma participante nesta IP.	13
Tabela 4 - Sequência didática simplificada da IP.	19
Tabela 5 – Estatísticas descritivas dos resultados obtidos nos três V de Gowin.	25
Tabela 6 – Frequência das respostas por níveis de proficiência na fundamentação teórica dos três Vês de Gowin.	27
Tabela 7 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos princípios dos três Vês de Gowin.....	28
Tabela 8 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos registos dos três Vês de Gowin.....	29
Tabela 9 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nas transformações dos três Vês de Gowin.	31
Tabela 10 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nas conclusões dos três Vês de Gowin.	32
Tabela 11 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos juízos de valor dos três Vês de Gowin.	33
Tabela 12 – Estatísticas descritivas dos resultados obtidos nos cinco mapas de conceitos.....	35
Tabela 13 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no primeiro mapa de conceitos.....	36
Tabela 14 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no segundo mapa de conceitos.....	37
Tabela 15 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no terceiro mapa de conceitos.....	37
Tabela 16 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no quarto mapa de conceitos.....	38
Tabela 17 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no quinto mapa de conceitos.....	38
Tabela 18 - Frequência de resposta à sobre a utilização prévia de modelos na sala de aula.	39
Tabela 19 - Frequência de escala de Likert sobre o <i>Snapshot</i> implementado.	39
Tabela 20 - Resultados à questão 3, do relatório <i>Snapshot</i>	42

Lista de Figuras

Figura 1 – Ciclo de I-A	12
Figura 2 - Atividade prática, sobre ordenação por tamanhos dos piroclastos libertados pela atividade vulcânica.	20
Figura 3 – Primeiro mapa de conceitos elaborado pelos alunos sobre o vulcanismo, evidenciando os primeiros conceitos dominados.	20
Figura 4 – A Atividade prática experimental, realizada pelos alunos, sobre as propriedades que influenciam a viscosidade do magma.....	21
Figura 5 – Primeiro V de Gowin, elaborado pelos alunos sobre a viscosidade do magma, refletindo a sua compreensão inicial dos conceitos relacionados, dos processos envolvidos e das propriedades que influenciam o comportamento do magma.	21
Figura 6 – Modelos representativos dos dois tipos de cones vulcânico: à esquerda, o cone vulcânico efusivo, e à direita o cone vulcânico explosivo, ilustrando as diferenças morfológicas.....	22
Figura 7 – Modelo representativo do processo de formação de uma caldeira vulcânica, com a construção do cone vulcânico à esquerda e, à direita, o desabamento do cone vulcânico que dá origem à caldeira vulcânica.	22
Figura 8 – Último V de Gowin elaborado por um aluno, com melhor classificação, referente à compreensão do processo de formação de uma caldeira vulcânica, demonstrando a evolução do seu entendimento ao longo da sequência didática.	23
Figura 9 - Snapshot realizado por dois discentes que demonstraram diferentes motivações durante a sequência didática sobre vulcanismo.	23

Lista de Abreviaturas

AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
EOABM	ENSINO ORIENTADO PARA APRENDIZAGEM BASEADO EM MODELOS
EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
EOABM	ENSINO ORIENTADO PARA APRENDIZAGEM BASEADO EM MODELOS
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
I-A	INVESTIGAÇÃO AÇÃO
IPP-PES	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL, INCLUINDO A PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
PASEO	PERFIL DOS ALUNOS À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA
PI	PROJETO DE INVESTIGAÇÃO
QI	QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO
SD	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
UC	UNIDADE CURRICULAR
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO

Introdução

O presente relatório de estágio enquadra-se na unidade curricular de “Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada” (FP5000) do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). A presente investigação consiste no desenvolvimento de trabalhos práticos com recurso à modelação no ensino da formação dos cones vulcânicos e de uma caldeira vulcânica. Esta tem como propósito avaliar a eficácia da utilização da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem baseada em modelos (EOABM) no desenvolvimento de competências científicas e no aperfeiçoamento dos modelos mentais de alunos sobre o vulcanismo no 7.º ano de escolaridade.

1.1. Contextualização da investigação

Ensinar de forma eficiente é fundamental para o sucesso de qualquer área. Do mesmo modo contribui para formar futuros profissionais eficientes e talentosos que adquiram uma boa base científica e outras competências importantes, como pensamento crítico e pensamento criativo, raciocínio e resolução de problemas, relacionamento interpessoal, entre outros (Jolley et al., 2022; Martins et al., 2017). O estudo sobre o ensino do tema vulcanismo desperta muito a curiosidade dos alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico e ajuda-os a terem uma aprendizagem eficaz e envolvente (Dohaney et al., 2023). Distinguir as principais características de uma atividade vulcânica e correlacionar os diversos tipos de estruturas vulcânicas são conteúdos presentes nas aprendizagens essenciais (AE) de Ciências Naturais do 7.º ano. Estas AE abrangem temas como o vulcanismo primário e secundário e a distinção de rochas magmáticas, entre outros. O ensino destas temáticas, assim como o restante currículo de ciências, exige o uso de um pluralismo de metodologias e estratégias de ensino ativas e centradas no aluno. Os alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico são naturalmente curiosos sobre fenómenos repentinos e com grande poder destrutivo como o vulcanismo e a sismologia, permitindo que o professor possa aproveitar esse interesse para introduzi-los ao raciocínio e investigação em geologia, promovendo o seu envolvimento com a disciplina de Ciências Naturais (Kirstein & Owens, 2023; Connor & Vacher, 2016).

Inserida no contexto de Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (IPP-PES), esta investigação utilizará a metodologia de Investigação-Ação (I-A), permitindo ajustes pedagógicos baseados nas necessidades dos alunos. Através da metodologia de EOABM, propõe-se o desenvolvimento de várias atividades

práticas e a criação de um modelo para explorar a formação de uma caldeira vulcânica de forma ativa e dinâmica. A metodologia de EOABM têm ganho elevada importância nas últimas décadas na área da educação. Os modelos oferecem diversas vantagens na compreensão de sistemas complexos (Yin & Huang, 2021; Gobert & Buckley, 2000). Funcionam como representações simplificadas, permitindo priorizar particularidades do alvo que representam. Para além disso, os modelos tornam mais acessíveis os sistemas muito complexos, transformando-os em ideias mais claras e compreensíveis (Yin & Huang, 2021; Gobert & Buckley, 2000).

Justifica-se, assim, a importância deste estudo pela conjugação de dois fatores principais: i) a relevância do tema do vulcanismo que é essencial para a promoção de literacia científica, proporcionando aos alunos uma compreensão mais profunda dos processos que moldam o planeta, incluindo a dinâmica interna da Terra e a formação de estruturas vulcânicas; ii) a necessidade de inovação pedagógica no ensino de Ciências Naturais, especificamente para o 7.º ano que vá além dos métodos tradicionais de ensino. O uso de modelos no estudo das caldeiras vulcânicas permite integrar estratégias ativas que promovem a motivação, o espírito crítico e o envolvimento dos alunos, incentivando-os a explorar conceitos científicos complexos de forma prática.

Assim, ao propor soluções para um desafio específico no ensino da geologia, esta investigação pretende contribuir para a melhoria das aprendizagens dos alunos e para o desenvolvimento profissional enquanto professor estagiário e em formação do autor do trabalho, promovendo uma prática pedagógica reflexiva e ajustadas às exigências do ensino contemporâneo.

1.2. Finalidade, questões e objetivos de investigação

A presente investigação tem como finalidade promover o uso de modelos para o ensino do desenvolvimento de estruturas geológicas como caldeiras vulcânicas no 7.º ano de Ciências Naturais. Procura-se também explorar o impacto da intervenção pedagógica (IP) no desenvolvimento de competências científicas e na compreensão dos processos associados à formação de estruturas como as caldeiras vulcânicas. Desta forma, foi definida uma questão de investigação (QI) para a operacionalização da IP:

- **QI:** Avaliar se o uso da metodologia de EOABM promove o desenvolvimento de competências investigativas e contribui para a melhoria dos modelos mentais dos alunos sobre os fenómenos vulcânicos.

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

Quer os objetivos pedagógicos, quer os científicos focam-se nas aprendizagens dos alunos e nas práticas educativas. Por sua vez, os objetivos profissionais visam o desenvolvimento de competências do professor estagiário. Os objetivos da investigação encontram-se listados na tabela 1.

Tipologia	Objetivos
Científicos	• Analisar e interpretar diferentes estruturas vulcânicas e as suas respetivas atividades; • Compreender a formação de uma caldeira vulcânica.
Educacionais	• Promover a literacia e o raciocínio científico através do EOABM; • Desenvolver o trabalho prático e colaborativo; • Aumentar a utilização de Vês de Gowin e mapas de conceitos no ensino das Ciências Naturais.
Profissionais	• Desenvolver competências na planificação e concretização de experiências educativas baseadas na metodologia de EOABM no ensino básico; • Fortalecer competências na investigação em educação; • Promover a emancipação profissional docente através de uma ação participante e reflexiva.

Tabela 1 – Objetivos educativos, científicos e profissionais delineados para o desenvolvimento desta IP.

A combinação da QI e os objetivos de investigação fornece uma base sólida para a implementação e avaliação da IP. A estrutura dos objetivos reflete o compromisso com a promoção de atividades educativas de qualidade, o desenvolvimento de competências e a promoção de práticas docentes inovadoras.

1.3. Organização do relatório de estágio

O presente relatório de estágio encontra-se estruturado em sete capítulos principais, para além das referências bibliográficas e anexos, organizados de forma a apresentar de forma clara e coerente todo o processo de investigação, interação pedagógica e análise dos resultados obtidos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução subdividido em três secções. Na primeira, é realizada uma contextualização do tema de investigação e justificada a sua pertinência no ensino das Ciências Naturais no 3.º ciclo do Ensino Básico. A segunda secção explicita a finalidade do estudo, a questão de investigação (QI) e os respetivos objetivos científicos, educacionais e profissionais. Na terceira secção é apresentada a organização do relatório, facilitando a orientação do leitor pelos conteúdos que se seguem.

O segundo capítulo aborda o enquadramento educacional, explorando os fundamentos curriculares e pedagógicos que sustentam a escolha do tema do vulcanismo no contexto

do 7.º ano da escolaridade. É analisada a articulação entre as AE, o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) e as áreas de competências visadas pela intervenção pedagógica.

O terceiro capítulo é dedicado à metodologia de ensino adotada, com especial enfoque na abordagem do Ensino Orientado para a Aprendizagem Baseada em Modelos (EOABM), integrada numa perspetiva de Ensino por Investigação. São analisados os conceitos teóricos associados à modelação, aos modelos científicos, mentais e curriculares, bem como as estratégias de ensino implementadas, nomeadamente a modelação, o trabalho colaborativo e o questionamento.

No quarto capítulo, desenvolve-se a metodologia de investigação subjacente ao estudo, sustentada na abordagem de Investigação-Ação (I-A). São apresentados os critérios metodológicos adotados, a caracterização da amostra, os instrumentos de recolha de dados (com destaque para os Vês de Gowin, os mapas de conceitos e o *SnapShot*), bem como os procedimentos que asseguram a validade, fidelidade e ética da investigação.

O quinto capítulo apresenta a intervenção pedagógica, onde se descreve a sequência didática concebida para a turma do 7.º ano, com a calendarização das aulas, os objetivos, os recursos educativos utilizados e a articulação com os instrumentos de recolha de dados. Este capítulo permite compreender, de forma concreta, como foi operacionalizado a proposta pedagógica no terreno.

O sexto capítulo é dedicado à análise e discussão dos dados recolhidos ao longo da IP. Este capítulo está organizado em três subcapítulos, correspondentes aos três instrumentos de recolha de dados utilizados: os Vês de Gowin, os mapas de conceitos e o inquérito tipo *SnapShot*. Em cada subcapítulo procede-se à apresentação dos resultados obtidos e à respetiva interpretação, à luz dos objetivos definidos e da literatura especializada. No último subcapítulo, é realizado uma análise comparativa entre os resultados obtidos através dos Vês de Gowin e dos mapas de conceitos, permitindo uma compreensão integrada da evolução das aprendizagens dos alunos.

O sétimo capítulo apresenta as principais conclusões do estudo, sintetizando os contributos da intervenção pedagógica e da metodologia adotada para o desenvolvimento das competências científicas dos alunos. São ainda discutidas as limitações do presente estudo, bem como apresentadas propostas e sugestões para futuras investigações, a que se segue uma reflexão sobre os contributos desta experiência para o desenvolvimento profissional e pessoal do professor investigador.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas, que sustentam teoricamente o relatório, bem como os apêndices, que incluem os documentos necessário para a compreensão integral da intervenção realizada.

2. Enquadramento educacional

O seguinte capítulo explora o enquadramento educacional da investigação e IP, analisando os fundamentos curriculares e pedagógicos do ensino do vulcanismo no 7.º ano de Ciências Naturais. Destaca-se a articulação entre os conteúdos, AE e competências para promover o desenvolvimento do pensamento científico, críticos e colaborativo nos alunos.

2.1. Enquadramento curricular

O ensino do vulcanismo no 7.º ano integra-se no domínio “Terra em transformação” e no subtema “Consequências da dinâmica interna da Terra”. É pretendido que sejam promovidas AE transversais como: “Construir modelos que permitam a representação e o estudo de estruturas, de sistemas e das suas transformações.” (DGE, 2018). As AE específicas desta IP (tabela 2) incluem as principais características sobre a atividade vulcânica, os diferentes tipos de edifícios vulcânicos e a sua relação com as características do magma (DGE, 2018). Estas AE promovem competências do perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória (PASEO), como pensamento crítico e pensamento criativo, raciocínio e resolução de problemas, relacionamento interpessoal (Martins et al., 2017).

Contextualização curricular Domínio: Terra em transformação	
Aprendizagens Essenciais Transversais	
• Construir explicações científicas baseadas em conceitos e evidências científicas, obtidas através da realização de atividades práticas diversificadas – laboratoriais, experimentais, de campo – e planeadas para procurar responder a problemas formulados. • Construir modelos que permitam a representação e o estudo de estruturas, de sistemas e das suas transformações.	(DGE, 2018)
Aprendizagens Essenciais Específicas	
• Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. • Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.	(DGE, 2018)
Áreas de Competências	
• Pensamento crítico e pensamento criativo • Raciocínio e resolução de problemas • Relacionamento interpessoal • Saber científico, técnico e tecnológico	(Martins et al., 2017)

Tabela 2 – Enquadramento curricular desta IP.

Para uma melhor articulação entre a finalidade e QI e as AE essenciais e transversais, assim como, das áreas de competências mencionadas e selecionadas nesta IP, importa entender como o vulcanismo é ensinado e as práticas educativas associadas – o que será alvo de discussão na secção seguinte.

2.2. O ensino do vulcanismo

O vulcanismo está relacionado com diversos processos que ocorrem no interior da terra, como os movimentos das placas tectónicas. Da ascensão do magma, acumulação de gases, as interações entre as placas litosféricas resultam a formação de vulcões (Grotzinger & Jordan, 2014). Estes processos geodinâmicos não apenas moldam a crosta terrestre, como também são responsáveis por ocorrências de erupções vulcânicas (Grotzinger & Jordan, 2014). Porém, existem concepções alternativas sobre vulcões e atividades vulcânicas entre os alunos (Dal, 2006). Dal (2006) indica que existem ideias pré-concebidas sobre o vulcanismo e estas podem-se classificar em três níveis, uma vez que para este autor os alunos: i) não reconhecem os vulcões como sendo atividades naturais, mas sim causadas por evento antropogénicos; ii) não entendem que tenha existido atividade vulcânica no passado e os vulcões só entram em erupção porque “estão cheios de lava”; e iii) não relacionam a atividade vulcânica com a ação das placas tectónicas.

Para superar estas dificuldades de aprendizagens, metodologias, estratégias e recursos de ensino, como a construção de modelos, por exemplo, têm se mostrado eficazes na promoção da compreensão de conceitos complexos relacionados com o vulcanismo. Uma forma de ensinar vulcanismo pode-se fazer com recurso à modelação, o que permite a interação entre a observação e a criação de modelos mentais para entender melhor os fenómenos vulcânicos diminuindo a abstração (Connor & Vacher, 2016; Dohaney, et al., 2023). O cenário ideal é que as observações ajudem a criar modelos mais precisos, e, por sua vez, os modelos facilitem a observação do mundo real. A criação de modelos não é exclusiva apenas dos investigadores, podendo ser aplicada no ensino permitindo que os alunos observem fenómenos vulcânicos (mesmo que em escala pequena). Assim, os modelos de vulcanismo podem despertar curiosidade sobre as geociências, enquanto a sua criação ajuda a desenvolver competências como o pensamento crítico e criativo e a resolução de problemas (Jolley et al., 2022; Kirstein & Owens, 2023).

Face aos desafios identificados na turma do 7.º ano – desde dificuldades na interpretação e na produção de enunciados orais e escritos, falta de domínios de conceitos básicos e específicos, dificuldades de cálculo e raciocínio lógico, ritmos de

aprendizagem distintos e baixa participação nas aulas, tornou-se essencial adotar estratégias que permitissem mitigar estas dificuldades de forma eficaz. Além disso, problemas de comportamento como a participação desorganizada e comportamentos disruptivos, reforçaram a necessidade de implementar uma abordagem estruturada e envolvente. A escolha da metodologia EOABM surgiu como uma solução para enfrentar estas dificuldades. O trabalho colaborativo na construção e análise de modelos promove o desenvolvimento de competências sociais e interpessoais, garantindo que os alunos aprendam a trabalhar em equipa, a comunicar as suas ideias e a participar ativamente no processo de aprendizagem. A cooperação e a partilha de conhecimentos são aspetos fundamentais na educação inclusiva. Outro aspeto relevante é autonomia e o pensamento crítico, duas competências promovidas pela metodologia EOABM. Ao experimentarem, analisarem e testarem hipóteses sobre os modelos os alunos são desafiados a questionarem e a justificarem os seus raciocínios. Em termos de comportamento, o envolvimento por parte deste em tarefas estruturadas e desafiantes contribui para a redução de comportamentos disruptivos, como conversas paralelas e participações desorganizadas. A aprendizagem ativa, exige uma maior concentração, foco e motivação, assim promovendo a autorregulação e a responsabilidade individual.

3. Metodologia de ensino

No próximo capítulo, será analisado a metodologia de ensino utilizada nesta IP, o EOABM integrado numa perspetiva de Ensino Orientado para Aprendizagem por Investigação (EOAI). Será explorado o seu potencial para tornar o ensino do vulcanismo mais envolvente e dinâmico, bem como as estratégias de ensino que serão adotadas, como a modelação, o questionamento e o trabalho colaborativo.

3.1. Modelos científicos, modelos mentais, e modelos curriculares para o ensino

Os modelos e os processos de modelação são elementos essenciais tanto para o avanço do conhecimento científico como para a aprendizagem e ensino das ciências (Khan, 2011; Torres, et al., 2015; Gilbert & Justi, 2016). Na década de 1960, a relação entre as teorias científicas e os modelos científicos tornou-se uma questão central na epistemologia e história da ciência. Neste contexto, os modelos acabaram-se por tornar formas necessárias para a comunicação entre as teorias científicas e a realidade dos fenómenos naturais em análise (Moutinho, et al., 2013).

No contexto do desenvolvimento científico, os modelos aplicados são denominados por modelos científicos, sendo utilizados para representar, explicar e prever fenómenos

naturais e outros processos complexos. De acordo com Giere (2004), os modelos científicos constituem ferramentas representacionais fundamentais na ciência, uma vez que são utilizados pelos investigadores para descrever e interpretar aspetos do mundo natural com objetivos específicos como, por exemplo, a construção de novos conhecimentos. Segundo Sibley (2009), este autor reforça a importância dos modelos científicos ao destacá-los como sendo representações partilhadas pela comunidade científica, desempenhando assim, um papel crucial na formulação de hipóteses.

Um cientista, quando desenvolve ou formula uma teoria, constrói múltiplos modelos mentais sobre um determinado fenómeno. De acordo com Johnson- Lair (1983), um modelo mental corresponde a uma representação interna de realidades externas ou de experiências, sendo fruto de um processo cognitivo individual. Estes modelos mentais possuem uma função preditiva e explicativa, permitindo interpretação e antecipação de eventos. Além disso, os modelos mentais influenciam o comportamento e o raciocínio do ser humano, uma vez que a forma como argumenta e toma decisões está diretamente relacionada com a sua construção cognitiva (Rook, 2013). Porém, a construção de modelos mentais não se restringe à prática científica. De facto, todos nós, desenvolvemos modelos mentais com bases nas nossas experiências, observações e interações que temos com o nosso meio. Estes modelos emergem da necessidade humana de interpretar e organizar a realidade dos sistemas ou fenómenos que procuramos compreender, permitindo assim construir uma estrutura de conhecimento e tomar decisões no nosso dia a dia (Gilbert & Justi, 2016; Johnson-Laird, 1983). Enquanto, os modelos mentais são representações internas, individuais, subjetivas e dinâmicas, e construídas com base na experiência pessoal, os modelos científicos correspondem a representações externas, sistemáticas e validadas coletivamente. Estes últimos são desenvolvidos e partilhados pela comunidade científica, sendo coerente com o conhecimento científico vigente e submetidos a processos de verificação e validação empírica (Gilbert & Justi, 2016; Johnson-Laird, 1983).

No contexto de sala de aula, é possível recorrer a dois tipos de modelos: modelos curriculares e modelos para o ensino (Justi, 2006). Os modelos curriculares são elaborados com base em modelos científicos ou históricos, sendo adaptados e simplificados para facilitar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos científicos (Justi, 2006). Por outro lado, os modelos para o ensino são representações concebidas com o propósito específico de auxiliar os alunos na compreensão de determinados aspetos curriculares, podendo assumir diferentes formas como ilustrações, entre outros (Justi,

2006). Em ambos os casos, a construção de representações interna pelos alunos, sob a forma de modelos mentais é essencial para a aprendizagem, permitindo-lhes interpretar, explicar e prever fenómenos em estudo (Gilbert & Justi, 2016; Justi, 2006).

Devido aos modelos mentais, uma das ferramentas pedagógicas escolhida nesta PI, são os mapas de conceitos. Os mapas de conceitos desempenham um papel fundamental na construção e no aperfeiçoamento dos modelos mentais dos alunos. Ao representar visualmente os conceitos e as suas inter-relações, os mapas de conceitos facilitam a compreensão e a retenção de informações complexas, promovendo assim uma aprendizagem mais profunda e significativa (Moreira, 2011; Adriano & Steil, 2020).

A utilização de mapas de conceitos permite que os alunos tornem explícitos os seus modelos mentais, externalizando as suas perceções e compreensões sobre um determinado tema. Este processo de externalização facilita a identificação de lacunas ou conceções erróneas no conhecimento dos alunos, fornecendo ao professor informações para ajustar e melhorar as suas práticas na sala de aula. Além disso, ao revisitar e modificar os mapas de conceitos, os alunos podem reformular e consolidar os seus modelos mentais, aproximando-os progressivamente do conhecimento científico correto (Moreira, 2011; Adriano & Steil, 2020).

3.2. Metodologia de ensino orientado para aprendizagem baseada em modelos

O EOABM é uma metodologia de ensino que se fundamenta na construção e utilização de modelos para facilitar a compreensão de conceitos científicos complexos. Esta metodologia incentiva uma aprendizagem ativa, permitindo que os desenvolvam competências investigativas e o pensamento crítico e criativo, enquanto constroem representações mais precisas dos fenómenos científicos (Gilbert & Justi, 2016; Leite & Esteves, 2005).

Atualmente, a educação tem-se debruçado sobre metodologias ativas devido à sua eficácia na promoção de aprendizagens. O objetivo principal do EOABM é promover uma compreensão mais aprofundada e dinâmica, recorrendo à manipulação de modelos (Moutinho et al., 2017). Esta metodologia baseia-se na ideia de que os modelos são representações simplificadas da realidade natural e desempenham um papel importante na interpretação e compreensão de fenómenos complexos, promovendo assim uma aprendizagem mais orientada para o envolvimento ativo dos alunos na construção do seu conhecimento científico (Gilbert & Justi, 2016).

Apesar da sua viabilidade, a implementação desta metodologia exige um conhecimento especializado e um contexto educativo adequado para garantir a sua eficácia. O papel dos professores permanece crucial ao longo de todo o processo de aprendizagem, uma vez que a sua ação é indispensável para orientar, mediar e promover a construção ativa do conhecimento por parte dos alunos, não sendo assim substituído como agente educativo (Moutinho & Vasconcelos, 2017).

3.3. Estratégias de ensino

As estratégias de ensino selecionadas para esta IP estão orientadas para guiar os alunos no seu processo de aprendizagem.

3.2.1. Modelação

A modelação tem-se afirmado como uma estratégia educativa e eficaz no ensino das ciências, devido às suas múltiplas vantagens e potencialidades. Esta estratégia envolve a utilização de modelos com o intuito de explicar, observar e prever aspetos do mundo real (Gilbert & Justi, 2016). Uma das principais vantagens é auxiliar os alunos na observação de conceitos complexos e específicos. Nesta IP, irão ser utilizados modelos dos aparelhos vulcânicos e será desenvolvido um modelo sobre a formação de uma caldeira vulcânica. Este último modelo, peça central nesta IP, permitirá que os alunos observem as suas características estruturais e compreendam os processos geológicos que levaram à sua formação. Os alunos irão ter contacto direto com os modelos, e poderão experimentar e testar as suas próprias hipóteses, permitindo consolidar o seu conhecimento científico. Numa outra aula, os próprios alunos, com a orientação do professor, irão construir os seus próprios modelos sobre cones vulcânicos. Esta estratégia pretende promover uma aprendizagem ativa, incentivando o desenvolvimento de competências científicas, como a formulação de hipóteses, a observação sistemática e a interpretação dos resultados.

3.2.2. Trabalho colaborativo

O trabalho colaborativo é uma estratégia pedagógica fundamental no contexto educativo contemporâneo, promovendo a partilha de conhecimento e experiências entre alunos. A implementação desta estratégia promove um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e participativo (Ferreira, 2013). A aprendizagem colaborativa potencia o envolvimento dos alunos no processo educativo, aumentando a sua motivação e melhora o desempenho na sala de aula. Os alunos, ao trabalharem em conjunto desenvolvem competências como a comunicação e a resolução de conflitos, o que é essencial para o seu crescimento como futuros cidadãos (Johnson & Johnson, 1999;

Gillies, 2016). No entanto para que o trabalho colaborativo seja eficaz, é crucial que os professores planeiem antecipadamente as atividades, definam objetivos claros e estruturados para que as tarefas sejam realizadas com relativa facilidade. Segundo Slavin (2011), a eficácia da aprendizagem colaborativa depende da forma como as tarefas são concebidas e da capacidade do professor prestar apoio aos grupos durante o decorrer da aula.

3.2.3. Questionamento

O questionamento é uma estratégia pedagógica que utiliza perguntas direcionadas para estimular o pensamento crítico, pensamento criativo, a reflexão e a compreensão dos temas que estão a ser estudados. Historicamente, esta abordagem tem raízes no método socrático, que incentiva os alunos a aprender através da discussão e da investigação (Astrid, et al., 2019). No ensino atual, o questionamento desempenha múltiplas funções, incluindo a avaliação de conhecimentos prévios, a promoção da compreensão e o desenvolvimento de competências como a reflexão, informação e comunicação (Astrid, et al., 2019; Akilli & Kingir, 2020; Tofade, 2013). A aplicação de estratégia como o questionamento na sala de aula, promove um maior envolvimento dos alunos e auxilia-os a estabelecer ligações entre os conhecimentos previamente adquiridos e os novos conteúdos (Akilli & Kingir, 2020; Tofade, 2013). Durante as atividades de criação de modelos, o professor pode recorrer a perguntas orientadoras que incentivem os alunos a testar hipóteses, analisar variáveis e compreender as limitações dos modelos desenvolvidos. A formulação de questões, não só estimula o raciocínio científico, como também incentiva os alunos a ajustar os seus modelos mentais, com bases nas observações realizadas e nos dados recolhidos, promovendo uma aprendizagem significativa (Gilbert & Justi, 2016; Novak & Gowin, 1996).

4. Metodologia de investigação

A investigação Ação (I-A) foi a selecionada para esta IP com o intuito de avaliar o impacto da metodologia de EOABM no desenvolvimento de conhecimentos científicos sobre a formação de uma caldeira vulcânica em alunos do 7.º ano de escolaridade. Pretende-se igualmente analisar a sua evolução sobre a construção de modelos mentais e desenvolver competências investigativas nos alunos. Para alcançar estes propósitos será elaborado um ciclo de Investigação-Ação (I-A) durante a IP.

4.1. Classificação de metodologia

A I-A é uma metodologia de investigação que combina a ação e a reflexão crítica com o objetivo de compreender e transformar práticas existentes. Esta abordagem caracteriza-se pela sua natureza cíclica de análise e intervenção, permitindo que o investigador avalie e ajuste as estratégias implementadas de forma sistemática (Kemmis & McTaggart, 2000). A I-A segue um processo estruturado composto por quatro etapas: i) planeamento; ii) ação; iii) observação; iv) reflexão. Com base nesta análise, é lineado um plano de ação que visa introduzir melhorias e testar novas abordagens. A fase seguinte consiste na implementação da ação, onde as estratégias propostas são aplicadas, permitindo a recolha de dados e a observação do seu impacto. Estes resultados, são posteriormente, analisados de forma crítica, conduzindo a um momento de reflexão, onde o investigador, neste caso o professor estagiário, avalia os efeitos na intervenção e redefine o problema, ajustando a ação conforme o necessário (Elliot, 1991).

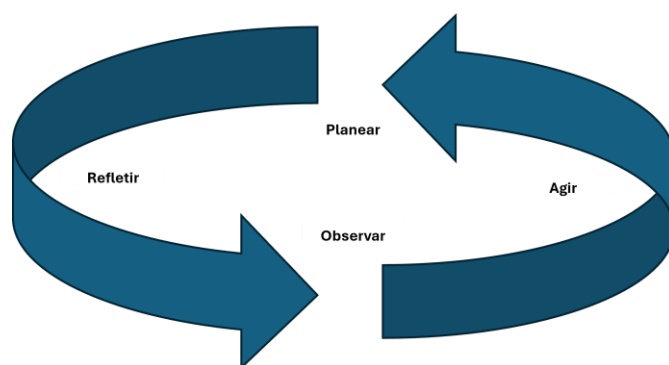


Figura 1 – Ciclo de I-A

Este processo ocorre de forma cíclica, seguindo a lógica de uma espiral autorreflexiva, na qual cada ciclo da investigação é informado pelos conhecimentos adquiridos nos ciclos anteriores (Coutinho, 2014). O carácter iterativo da I-A permite que o investigador refine continuamente e promovendo uma melhoria progressiva e sustentada na prática (Coutinho, 2014).

Embora a I-A seja caracterizada pelo seu carácter cíclico e pela constante evolução do plano de intervenção, a natureza específica deste estudo, inserido no contexto da IPP-PES, permite a realização de apenas um único ciclo. Deste modo, apesar de não ser possível revisar e reaplicar o plano inicialmente concebido, a fase de reflexão continua a desempenhar um papel essencial. Ainda que não culmine numa reformulação da intervenção, esta etapa permitirá a análise crítica dos resultados, possibilitando a

formulação de recomendações e ajustamento que poderão ser integrados num futuro ciclo de I-A.

4.2. Caracterização da amostra

A presente investigação irá decorrer junto de uma turma do 7.º ano de escolaridade numa escola do distrito do Porto. Esta turma é constituída por 19 alunos (n=19) com idades compreendidas entre os 11 e 12 anos (média=11,7; desvio padrão=0,46). A turma participante no estudo tem maior número de elementos do género masculino, sendo 11 destes do sexo masculino (n=11, 57,9%) e oito do sexo feminino (n=8; 42,11%) (tabela 3).

Dados demográficos		Amostra	
		n	%
Sexo	Masculino	11	57,9
	Feminino	8	42,1
Nacionalidade	Portuguesa	18	95,7
	Brasileira	1	5,3
Idade	Média	11,7	
	Desvio Padrão	0,46	
	Mínimo	11	
	Máximo	12	

Tabela 3 – Caracterização da turma participante nesta IP.

A maioria da turma apresenta nacionalidade portuguesa, com exceção de uma aluna com nacionalidade brasileira (n=1; 5,3%). Em geral, toda a turma apresenta facilidade com a língua portuguesa. Esta turma integra dois alunos (n=2; 10,5%) que beneficiam, de acordo com o Decreto de Lei.º 54/2018 de 6 de julho, de Medidas de Suporte à Aprendizagem e à Inclusão – Medidas Seletivas. Por fim, apenas um aluno é repetente (n=1; 5,3%). De salientar que o número definitivo de participantes estará condicionado pelo consentimento e assentimento informados dos encarregados de educação e dos alunos, uma vez que a sua participação no estudo será voluntária.

A amostra anteriormente descrita é classificada como amostra de conveniência, tratando-se apenas de uma das turmas lecionadas em contexto de IPP-PES pelo investigador desde o início do ano letivo 2024/25. Esta também não se revela não probabilística nem representativa da população dado o reduzido número de participantes na mesma e a falta de aleatoriedade do processo de amostragem, pelo que não se pode generalizar os resultados obtidos a partir da IP. Apesar disto, a recolha destes dados permite a obtenção de indicadores para os critérios avaliados.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Esta investigação utilizará como técnica de recolha de dados a análise de registos, como os Vês de Gowin e os mapas de conceitos. Por sua vez, os dados recolhidos serão alvo de análise de conteúdo. A análise de conteúdo, caracteriza-se pela organização, categorização e interpretação dos documentos podendo ser aplicada de forma qualitativa e quantitativa (Cechinel et al., 2016; Corsetti, 2006). No contexto educacional, esta técnica é essencial para identificar tendências, avaliar impactos e analisar conceitos que orientam as estratégias adotadas no ensino e na aprendizagem. Um dos principais benefícios da análise de conteúdo reside no facto de os documentos serem de fontes acessíveis e permanentes, permitindo a observação da evolução de um determinado fenómeno ao longo do tempo (Cechinel et al., 2016; Corsetti, 2006). No entanto, é fundamental que o professor investigador adote uma postura crítica na seleção dos instrumentos de recolha de dados, garantido a sua autenticidade das fontes e considerando o contexto da sua produção, de forma a assegurar a validade e a fiabilidade dos resultados obtidos (Cechinel et al., 2016; Corsetti, 2006).

4.3.1. V de Gowin

O V de Gowin, também denominado por V epistemológico ou V heurístico de Gowin, foi criado e desenvolvido pelo Professor D. Bob Gowin na década de 1980. Este instrumento tem sido amplamente utilizado em contextos educativos e de investigação, destacando pela capacidade de integrar componentes teóricos e metodológicos de forma visual e estruturada.

O diagrama em forma V, apresenta dois lados em que cada um representa diferentes dimensões do conhecimento: o lado conceptual e o lado metodológico. O lado conceptual abrange os conceitos, princípios e teorias que sustentam e orientam a investigação, servindo de base para a interpretação dos dados. Por sua vez, o lado metodológico envolve o registo e a organização dos dados, as transformações aplicadas a esses lados e a formulação de conclusões resultantes da sua análise. Além disso, pode também incluir a identificação de juízos de valor, contribuindo para uma reflexão crítica sobre o conhecimento contruído (Leite, 2000; Novak & Gowin, 1996).

Do ponto de vista de aprendizagem, o V de Gowin constitui um instrumento necessário para ajudar os alunos, especialmente os mais novos, a compreender a complexidade envolvida no processo de construção do conhecimento científico. Este diagrama possibilita a articulação entre o novo conteúdo conceptual, que está a ser aprendido, e os conhecimentos prévios do aluno, favorecendo a reorganização e consolidação do

saber. Além disso, esta abordagem facilita a identificação dos diferentes conceitos científicos subjacente a um determinado tema e das suas inter-relações, permitindo a sua sistematização de forma estruturada e clara (Gowin & Alvarez, 2005).

Para além da sua importância no processo de aprendizagem, a análise deste tipo de registo possibilita a avaliação da forma como os alunos estruturam e integram os seus conhecimentos e procedimentos científicos. Este instrumento revela-se igualmente um recurso valioso na recolha de dados, sendo amplamente utilizado na investigação em educação para compreender como ocorre a construção de conhecimento e identificar possíveis dificuldades na aprendizagem dos alunos (Gowin & Alvarez, 2005).

Nesta investigação, irão ser utilizados três V de Gowin.

4.3.2. Mapa de conceitos

Os mapas de conceitos são instrumento que representam relações entre conceitos na forma de preposições, facilitando a organização e a estruturação do conhecimento. Desenvolvidos pelos Professores D. Joseph D. Novak e D. Bob Gowin, este recurso tem como objetivo promover a aprendizagem, permitindo aos alunos integrar novos conceitos com os seus conhecimentos prévios.

A construção de um mapa de conceitos envolve a identificação dos conceitos mais gerais e inclusivos, posicionando-os no topo da hierarquia, e dos conceitos mais específicos, colocados abaixo. Esta disposição hierárquica reflete a estrutura cognitiva do indivíduo, evidenciando como os conceitos se inter-relacionam. Uma característica fundamental dos mapas de conceitos é a utilização de palavras de ligação que conectam os conceitos, formando proposições com significado (Novak & Gowin, 1996).

Nesta investigação, irão ser utilizados cinco mapas de conceitos.

4.3.3. Relatório *Snapshot*

O inquérito por relatório *Snapshot* tem como objetivo captar as perceções imediatas dos alunos após a atividade. Nesta investigação, será utilizada um relatório *Snapshot* composto por itens em escala de Likert e questões abertas. Os quatro itens Likert, com cinco graus de concordância, avaliam o conforto dos alunos na utilização da metodologia MEOBM, bem como a motivação e o interesse pelos conteúdos geológicos, especialmente pelo vulcanismo, e o interesse em atividades futuras semelhantes, conforme descrito na Q1 (tabela 1). Esta estrutura permite obter indicadores objetivos sobre o envolvimento e as atitudes dos alunos, alinhando-se com abordagens validadas na literatura que defendem o uso de escalas de perceção para aferir o impacto das

práticas pedagógicas no contexto imediato da aprendizagem (Mathieu-Frasier & Gurung, 2024; Babayemi & Abasi, 2022).

As questões abertas permitirão aprofundar a experiência dos alunos, proporcionando-lhes a oportunidade de refletir sobre os aspetos valorizados, os desafios enfrentados e as sugestões de melhorias. Esta abordagem mista, que articula dados quantitativos como dados qualitativos, tem-se revelado eficaz na análise das perceções educacionais, promovendo uma compreensão mais rica e contextualizada da eficácia das práticas de ensino (Bell & Aldridge, 2014; Babayemi & Abasi, 2022).

As respostas obtidas através do relatório *Snapshot* serão analisadas tanto de forma quantitativa como qualitativa. A análise qualitativa centrar-se-á na categorização e interpretação das respostas abertas de forma a identificar temas emergentes relacionados com o impacto da intervenção pedagógica (Mathieu-Frasier & Gurung, 2024; Babayemi & Abasi, 2022; Bell & Aldridge, 2014). Já a análise quantitativa permitirá a descrição estatística dos níveis de concordância com itens de Likert, o que, segundo Mathieu-Frasier e Gurung (2024) constitui um instrumento robusto para inferir tendências gerais no comportamento e na atitude dos estudantes em função da intervenção didática.

4.4. Validade e fidelidade do estudo

A validade de um instrumento de recolha de dados refere-se ao grau de precisão com que este mede aquilo a que se propõe, assegurando que os resultados obtidos possam ser corretamente interpretados. Assim, a validade dos dados está diretamente relacionada com a sua capacidade de representar de forma fidedigna os fenómenos investigados. No entanto, para garantir essa precisão, é essencial que os instrumentos sejam adequadamente validados sempre que são utilizados, uma vez que uma validação única e definitiva não é suficiente para garantir a sua adequação em diferentes contextos (Coutinho, 2014; Gay et al., 2012).

Por outro lado, a fidelidade diz respeito à consistência dos resultados obtidos por um determinado instrumento ao longo do tempo e em diferentes aplicações. Um instrumento fiável deve produzir resultados coerentes e reproduzíveis quando aplicado a diferentes amostras em condições semelhantes. Dessa forma, a fidelidade assegura que a recolha de dados seja estável e confiável, permitindo a comparação e a análise rigorosa dos resultados obtidos (Coutinho, 2014; Gay et al., 2012).

A validação dos documentos dos recursos educativos e instrumentos de avaliação vai ser realizada pelo(a) professor(a) orientador(a) cooperante e a professora orientadora

da FCUP. A fidelidade dos recursos/instrumentos de avaliação será obtida através da aplicação dos materiais referidos com um pequeno grupo de participantes com características semelhantes em dois momentos distintos.

4.5. Questões de ética

Numa investigação, o investigador deve obter o consentimento informado de todos os participantes, caso não seja possível do seu representante. O consentimento informado corresponde a um processo no qual os participantes decidem voluntariamente participar no estudo, após serem devidamente esclarecidos sobre o objetivo da investigação, os procedimentos envolvidos e as exigências associadas à sua participação. Este princípio garante que todos os participantes integrem o estudo de forma consciente e autónoma, respeitando os princípios éticos da investigação científica. Na área da educação, é frequente a participação de menores da idade em estudos. No entanto, considera-se que estes podem não possuir idade ou maturidade suficientes para fornecer consentimento informado de forma autónoma. Assim, o primeiro passo do investigador será de solicitar autorização junto dos encarregados de educação, garantindo que qualquer recusa por parte deste será respeitada e não implicará consequências negativas para o menor. Após a obtenção deste consentimento, deve ainda procurar-se o assentimento dos jovens participantes, assegurando que compreendem os objetivos do estudo e que aceitam participar de forma voluntária.

Para a realização do presente estudo, foram assegurados todos os princípios éticos associados à investigação em contexto educativo. O consentimento informado foi solicitado junto dos Encarregados de Educação, garantindo que estavam devidamente esclarecidos quanto aos objetivos. Paralelamente, foi também recolhido o assentimento dos alunos, confirmado a sua vontade livre e esclarecida em participar na investigação. Os modelos de consentimento e assentimento encontram-se disponíveis nos Apêndices 1 e 2, respetivamente.

5. Intervenção pedagógica

Nesta secção será apresentado um esboço da sequência didática (SD) relativa à implementação da IP. A SD, definida como um conjunto estruturado de atividades pedagógicas organizadas para alcançar objetivos de aprendizagem específicos, apresentam diversas vantagens tanto para os alunos como para os professores. Para os alunos, esta sequência promove uma aprendizagem ativa e significativa, incorporando atividades interativas e práticas (Melo & Calheiros, 2023; Dringoli et al., 2021). Além disso, a SD oferece um quadro estruturado que orienta os alunos ao

longo do processo de aprendizagem, permitindo que construam os seus conhecimentos progressivamente. Para os professores, simplifica o planeamento e a implementação das aulas, proporcionando uma estrutura coerente alinhada com os objetivos educativos. Esta organização otimiza o tempo de ensino, garantido que o planeamento seja cumprido no tempo proposto (Melo & Calheiros, 2023; Dringoli et al., 2021).

5.1. Sequência de aulas

A SD desta investigação foi pensada para ser aplicada em contexto de IPP-PES numa turma do 7.º ano de escolaridade. Esta inclui cinco aulas de 90 minutos, totalizando 450 minutos ou dez blocos de 45 minutos. A elaboração da SD foi planeada de forma integrada com o processo de recolha de dados, estando alinhada com os princípios do EOABM e sustentada numa abordagem de pluralismo estratégico (Tabela 4). Foi elaborada uma planificação detalhada das aulas integradas no PI, na qual foram definidos os objetivos e as finalidades, bem como descritas todas as etapas de cada aula (Apêndice 3).

A primeira aula da SD será dedicada à introdução do tema através de uma apresentação multimédia que contextualizará os alunos na temática que irá ser abordada. Nas segunda e restantes aulas os modelos serão utilizados permitindo aos alunos explorar a formação de caldeiras vulcânicas, cones vulcânicos e as suas respetivas atividades e variações do magma. A EOABM será articulada com a estratégia do questionamento, modelação e trabalho colaborativo incentivando os alunos a formular hipóteses. A interação com os modelos proporcionará um espaço para o desenvolvimento do pensamento crítico, criativo, da resolução de problemas e da colaboração em grupo.

Por fim, na última aula concluir-se o tema com a consolidação de conhecimentos e o preenchimento do último mapa de conceitos e do *Snapshot*. Os Vês de Gowin e os mapas de conceitos permitirão que os alunos organizem e estructurem os conceitos explorados ao longo desta sequência didática. A utilização destes instrumentos de recolha de dados auxilia o professor investigador na organização, análise e interpretação dos dados. Esta abordagem sistemática e estruturada, garante um maior rigor na recolha e interpretação dos dados obtidos ao longo da SD.

5.2. Caracterização das aulas

O PI apresentado neste documento teve como objetivo familiarizar os alunos de uma turma do 7.º ano com o conteúdo sobre vulcanismo, promovendo a literacia científica e o raciocínio científico através da metodologia EOABM. Além disso, procurou-se desenvolver o trabalho prático e colaborativo, bem como aumentar a utilização dos Vês de Gowin e dos mapas de conceitos no ensino das Ciências Naturais. Para alcançar esses objetivos, como mencionado anteriormente, os alunos realizaram três Vês de Gowin e cinco mapas de conceitos. A investigação foi conduzida com recurso a modelos, permitindo a aplicação prática de conceitos estudados.

Sequência didática					
Nº aulas	Tempo	Principais momentos da aula	Estratégias	Recursos	Instrumentos de recolha de dados
Aula 1 e 2	90 minutos	Introdução teórica	Questionamento Trabalho colaborativo	Apresentação multimédia	Mapa de conceitos I
Aula 3 e 4	90 minutos	Modelos da atividade e do tipo de lava	Questionamento Modelação Trabalho colaborativo	Modelos da atividade e do tipo de lava referente a cada	Mapa de conceitos II V de Gowin I
Aula 5 e 6	90 minutos	Modelos de cones vulcânicos	Questionamento Modelação Trabalho colaborativo	Modelos de cones vulcânicos	Mapa de conceitos III V de Gowin II
Aula 7 e 8	90 minutos	Modelos da caldeira vulcânica	Questionamento Modelação Trabalho colaborativo	Modelo da caldeira vulcânica	Mapa de conceitos IV V de Gowin III
Aula 9 e 10	90 minutos	Consolidação de conhecimentos	Questionamento		Mapa de conceitos V Snapshot

Tabela 4 - Sequência didática simplificada da IP.

As aulas um e dois marcaram o início da sequência didática sobre vulcanismo, tendo como principais objetivos identificar os constituintes de um edifício vulcânico, distinguir o magma da lava e reconhecer os diferentes produtos da atividade vulcânica. A aula iniciou-se com uma atividade diagnóstica, onde os alunos desenharam um vulcão, permitindo identificar conceções prévias. Seguiu-se a visualização de vídeos científicos, que fornecem suporte visual e contextualização real dos fenómenos. Posteriormente,

foi realizada uma apresentação em *PowerPoint*, através da qual foram abordados as principais estruturas de um vulcão e os materiais libertados durante uma erupção. De seguida, realizou-se uma atividade prática de ordenação de piroclastos, consolidando os conteúdos de forma ativa (Figura 2). Por fim, os alunos iniciaram a construção de um mapa de conceitos sintetizando os conhecimentos construídos (Figura 3).



Figura 2 - Atividade prática, sobre ordenação por tamanhos dos piroclastos libertados pela atividade vulcânica.

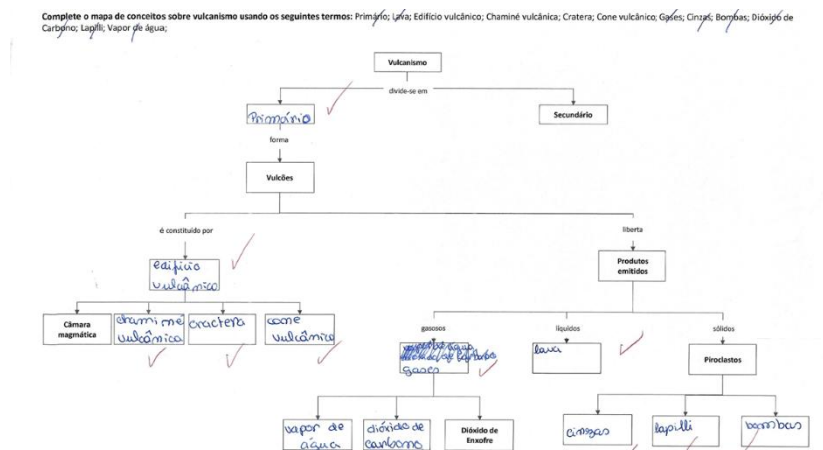


Figura 3 – Primeiro mapa de conceitos elaborado pelos alunos sobre o vulcanismo, evidenciando os primeiros conceitos dominados.

Nas aulas três e quatro, foi abordada a influência da composição química e da temperatura na viscosidade do magma, com o objetivo de compreender como estas variáveis determinam o tipo de erupção e os produtos vulcânicos libertados. O início da aula fez-se com a exploração de um *PowerPoint*, que introduziu os conceitos. Foram analisados os diferentes tipos de magma e as suas características. Em seguida, realizou-se uma atividade prática experimental, na qual os alunos simularam o escoamento de magma com diferentes percentagens de sílica com o objetivo de observar e comparar o comportamento do magma (Figura 4). A atividade foi complementada com a elaboração de um V de Gowin (Figura 5) e de um mapa de conceitos.



Figura 4 – A Atividade prática experimental, realizada a pelos alunos, sobre as propriedades que influenciam a viscosidade do magma.

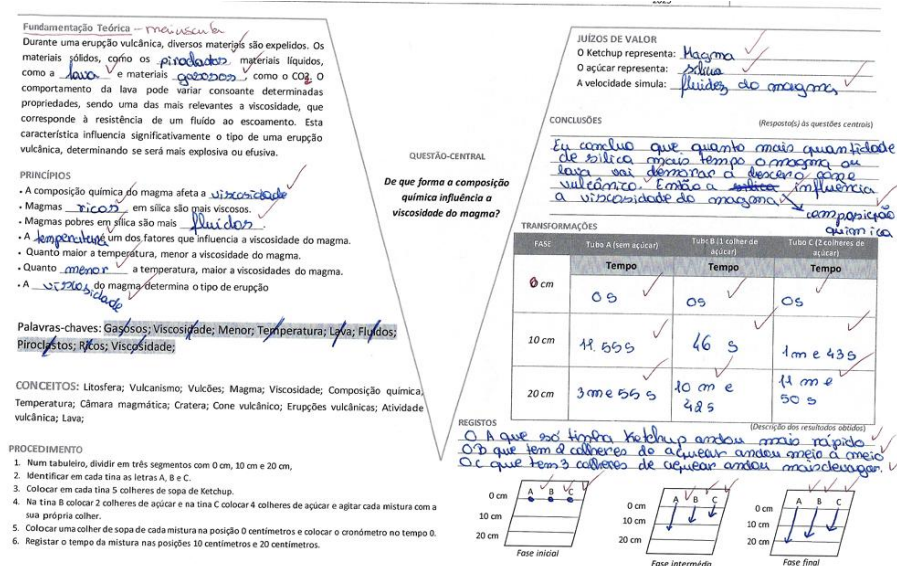


Figura 5 – Primeiro V de Gowin, elaborado pelos alunos sobre a viscosidade do magma, refletindo a sua compreensão inicial dos conceitos relacionados, dos processos envolvidos e das propriedades que influenciam o comportamento do magma.

As aulas cinco e seis, tiveram como objetivo principal distinguir a atividade vulcânica efusiva da explosiva, relacionando-as com as características do magma e com os diferentes tipos de cones vulcânicos que delas resultam. Realizaram-se as erupções utilizando materiais simples nos modelos criados (Figura 6) permitindo simular, de forma visual e comparativa os dois tipos de erupções. A aula foi concluída com a elaboração de um V de Gowin e um mapa de conceitos.



Figura 6 – Modelos representativos dos dois tipos de cones vulcânicos: à esquerda, o cone vulcânico efusivo, e à direita o cone vulcânico explosivo, ilustrando as diferenças morfológicas.

As aulas sete e oito tiveram como objetivo principal a compreensão do processo de formação de uma caldeira vulcânica. A aula iniciou-se com a apresentação de um *PowerPoint*. O momento central da aula foi dedicado à observação e experimentação do modelo representativo da formação de uma caldeira vulcânica (Figura 7). Para consolidar a atividade realizaram o último V de Gowin (Figura 8) e o quarto mapa de conceitos.



Figura 7 – Modelo representativo do processo de formação de uma caldeira vulcânica, com a construção do cone vulcânico à esquerda e, à direita, o desabamento do cone vulcânico que dá origem à caldeira vulcânica.

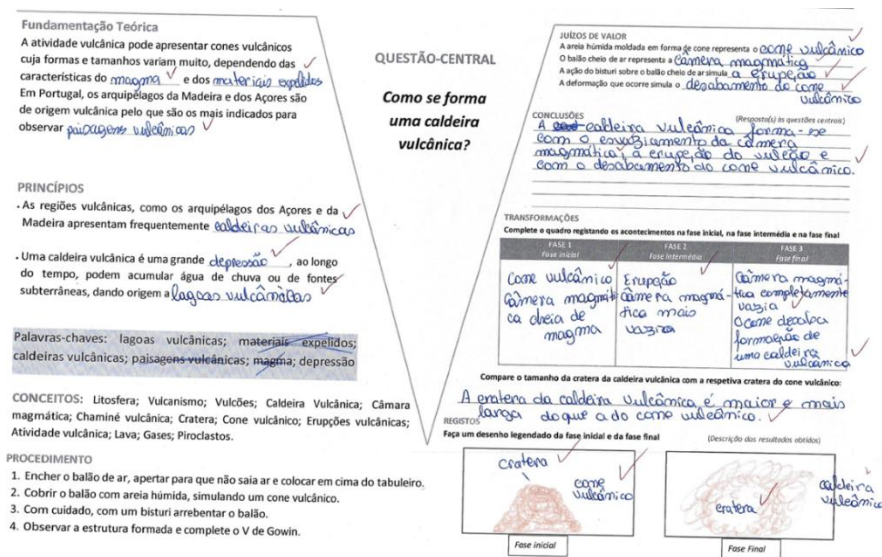


Figura 8 – Último V de Gowin elaborado por um aluno, com melhor classificação, referente à compreensão do processo de formação de uma caldeira vulcânica, demonstrando a evolução do seu entendimento ao longo da sequência didática.

As aulas nove e dez tiveram como propósito finalizar os conteúdos acerca do vulcanismo relativamente às manifestações do vulcanismo secundário, promovendo simultaneamente uma reflexão crítica sobre os riscos e benefícios associados à atividade vulcânica. Com recurso a uma apresentação *PowerPoint*, foram exploradas as principais manifestações do vulcanismo secundário. Foram também bordados conteúdos sobre os riscos e os benefícios associados à atividade vulcânica. No final, realizaram o último mapa de conceitos e ainda um relatório *Snapshot*, refletindo as distintas motivações e os principais desafios que cada aluno experienciou ao longo da sequência didática (Figura 9).

3. O que achaste da experiência de utilizar os modelos como recurso educativo? Escreve:
- Atividade que mais gostaste: a dos vulcões
- O principal desafio: V de Gowin
- Um aspeto que sugerias para melhorar:
Acho que as aulas não necessitam de melhorar, gosto dos métodos de ensino.
3. O que achaste da experiência de utilizar os modelos como recurso educativo? Escreve:
- Atividade que mais gostaste: A atividade dos vulcões
- O principal desafio: V de Gowin
- Um aspeto que sugerias para melhorar:
Não gosto muito dos V's de Gowin, pois pode confundir mais as pessoas com a matéria.

Figura 9 - Snapshot realizado por dois discentes que demonstraram diferentes motivações durante a sequência didática sobre vulcanismo.

5.3. Recursos educativos

Ao longo do desenvolvimento da SD, foram elaborados diversos recursos educativos com o objetivo de potenciar e dinamizar a sua aplicação. No contexto do EOABM, a modelação assume um papel central como estratégia pedagógica permitindo aos alunos explorar e construir modelos de ensino. A utilização de recursos educativos específicos ao longo da SD tem como objetivo dinamizar a aprendizagem e promover uma compreensão aprofundada dos fenómenos vulcânicos, garantindo uma base científica sólida.

A exploração orientada de um modelo da formação de uma caldeira vulcânica, funciona como um recurso didático inicial permitindo aos alunos observarem e formularem hipóteses sobre os processos envolvidos na sua formação. Através do questionamento orientado, os alunos são incentivados a relacionar a atividade vulcânica com os processos geológicos adjacentes, desenvolvendo um raciocínio estruturado dos fenómenos. A influência da viscosidade das lavas nas diferentes atividades vulcânicas será uma oportunidade de observar e comparar os modelos já criados com as diferentes composições de lava e as respetivas viscosidades.

Estes recursos educativos desenvolvidos no âmbito da SD, alinham-se com a metodologia EOABM, permitindo os alunos construir o conhecimento de forma progressiva, interativa e baseada na experimentação.

Os recursos educativos utilizados nestas aulas incluíram os modelos de vulcões correspondentes a cada tipo de atividade e à formação da caldeira vulcânica, bem como cinco apresentações em *Powerpoint* (Apêndice 4).

6. Resultados e discussão

Neste capítulo, apresentam-se os dados recolhidos ao longo da intervenção pedagógica, analisados com recurso a métodos estatísticos e à análise dos conteúdos. O objetivo é organizar, interpretar e descrever os resultados de forma clara, rigorosa e coerente, permitindo compreender o impacto da metodologia implementada. A estrutura do capítulo encontra-se dividido em quatro subcapítulos, correspondentes à análise dos dados provenientes dos três instrumentos de recolha previamente definidos, garantindo assim uma abordagem sistemática e alinhada com os objetivos da investigação. O último subcapítulo apresenta a análise global dos três instrumentos de recolha de dados, integrando as conclusões e as reflexões derivadas da análise individual de cada instrumento.

6.1. Resultados e discussão referentes ao V de Gowin

Durante a realização das atividades laboratoriais com recurso à modelação, os alunos foram motivados a completar três Vês de Gowin (Apêndice 5), conforme anteriormente referido. Estes instrumentos foram avaliados com base em critérios de correção previamente definidos, sendo posteriormente classificados numa escala de 0 a 100 pontos percentuais.

A grelha de correção utilizada para atribuição das pontuações encontra-se disponível no Apêndice 8. A análise dos resultados obtidos encontra-se sistematizada na tabela 5, onde se apresentam os valores das médias, dos desvio padrão, dos máximos e dos mínimos relativos aos três momentos de avaliação (VG1, VG2 e VG3).

	VG1	VG2	VG3
Média	80,7%	79,0%	65,2%
Desvio Padrão	8,98%	33,07%	16,87%
Máximo	93,3%	100,0%	94,3%
Mínimo	63,3%	0,0%	36,7%

Tabela 5 – Estatísticas descritivas dos resultados obtidos nos três V de Gowin.

A análise comparativa dos três Vês de Gowin (VG1, VG2 e VG3) permite identificar padrões de desempenho distintos ao longo da intervenção pedagógica, refletindo tanto o grau de complexidade dos conteúdos abordados como a maturação progressiva das competências científicas dos alunos.

De ponto de vista quantitativo, os resultados médios evidenciam uma ligeira descida entre os primeiros dois Vês de Gowin (VG1 – 80,7%; VG2 – 79,0%) e um decréscimo mais acentuado no terceiro (VG3 – 65,2%). Esta tendência poderá ser explicada pelo aumento da complexidade do conteúdo no VG3, a formação de uma caldeira vulcânica; que envolve processos mais abstratos. Ainda assim, os valores médios obtidos nos três instrumentos situam-se em patamares globalmente positivos.

O desvio padrão reforça esta leitura. Enquanto o VG1 representa uma dispersão reduzida (DP = 8,98%), o VG2 evidencia uma elevada variabilidade nas respostas (DP = 33,07%), indicando assimetria na compreensão e no desempenho dos alunos. Esta oscilação pode estar associada à heterogeneidade na apropriação dos conceitos, relacionados com a influência do magma na forma e atividade do cone. No VG3, observa-se uma redução do desvio padrão (DP = 16,87), sugerindo uma maior homogeneidade nos níveis de desempenho ainda que com resultados médios mais baixos.

Quanto aos valores máximos, constata-se que os três Vês permitiram a alguns alunos atingir desempenhos de excelência (VG1 = 93,3%; VG2 = 100%; VG3 = 94,3%) demonstrando que, mesmo perante desafios mais complexos, houve casos de apropriação plena dos objetivos de aprendizagem. Já os valores mínimos revelam diferenças significativas: enquanto no VG1 e VG3 todos os alunos apresentaram algum nível de desempenho (mínimo de 63,3% e 36,7% respetivamente), no VG2 registou-se pelo menos um caso de ausência total de resposta (0%), o que justifica em parte a sua maior dispersão.

Do ponto de vista qualitativo, os dados permitem observar que os alunos demonstraram uma evolução significativa na capacidade de utilizar linguagem científica, organizar os conteúdos por tópicos e justificar as suas respostas com base em evidências empíricas. A utilização de modelos manipuláveis e experiências simuladas revelou-se eficaz na consolidação de conceitos geológicos complexos, permitindo aos discentes realizar inferências cada vez mais fundamentadas ao longo da sequência didática.

A implementação sequencial de três Vês de Gowin (VG1, VG2 e VG3) ao longo da prática pedagógica permitiu não só introduzir os alunos na metodologia investigativa, mas também observar, de forma gradual, o seu envolvimento, desempenho e as dificuldades sentidas. Os resultados obtidos revelam diferenças significativas entre os instrumentos aplicados, tanto ao nível dos desempenhos quantitativos como da profundidade qualitativa das respostas.

Relativamente à análise de cada V de Gowin, serão apresentados os resultados relativos ao desempenho dos alunos em cada uma das partes deste instrumento: fundamentação teórica, princípios, registos, transformações, conclusões e juízos de valor.

A tabela 6 apresenta os resultados obtidos pelos alunos no campo da “Fundamentação teórica” ao longo dos três Vês de Gowin (VG1, VG2 E VG3). De forma geral, os dados refletem um desempenho maioritariamente positivo, evidenciado uma progressiva apropriação dos conteúdos científicos e uma crescente autonomia na utilização escrita.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1		2		3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	1	5,6	0	0,0	0	0,0	17	94,4
VG2	3	16,7	0	0,0	15	83,3	-	n.a*
VG3	0	0,0	0	0,0	2	11,1	16	88,9

Tabela 6 – Frequência das respostas por níveis de proficiência na fundamentação teórica dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), observou-se um elevado nível de proficiência. A maioria dos alunos (n=17; 94,4%) respondeu de forma completa, integrando os três tópicos esperados. Apenas um aluno (n=1; 5,6%) não apresentou qualquer resposta, o que poderá traduzir dificuldades de compreensão da tarefa, ausência de mobilização do conhecimento, ou um constrangimento pontual. Esta distribuição demonstra que, com um maior acompanhamento do professor neste primeiro momento de avaliação, os alunos foram capazes de estruturar adequadamente o conteúdo científico solicitado.

No segundo V de Gowin (VG2), embora se tenha mantido uma tendência positiva, verificou-se uma ligeira diminuição do desempenho. A maioria dos discentes (n=15; 83,3%) elaborou respostas completas, identificando corretamente os dois tópicos previstos. Contudo, três alunos (n=3; 16,7%) não apresentaram qualquer respostas, o que poderá indicar dificuldades na evocação dos conhecimentos desenvolvidos ou uma menor capacidade de organização teórica, possivelmente associada à redução do apoio por parte do professor.

Relativamente ao terceiro V de Gowin (VG3), os resultados voltaram a evidenciar um desempenho bastante satisfatório. A larga maioria dos alunos (n=16, 88,9%) apresentou os três tópicos com correção e coerência científica. Dois discentes (n=2, 11,1%) indicaram dois tópicos, mantendo ainda assim um bom nível de proficiência. Importa referir que nenhum aluno apresentou apenas um tópico ou omitiu a resposta, o que reforça a ideia de consolidação das aprendizagens e da autonomia na construção do discurso científico.

As respostas mais completas revelaram, ao longo dos três momentos, uma capacidade crescente para articular conceitos fundamentais, como a composição do magma, a sua viscosidade, o tipo de atividade vulcânica e a morfologia resultante do cone. Esta evolução demonstra um aprofundamento da compreensão e uma utilização mais precisa da linguagem científica.

Este progresso conceptual tornou-se ainda mais evidente na forma como os alunos abordaram o campo dos “Princípios” do V de Gowin, onde lhes foi solicitado que completassem frases previamente estruturadas com base em leis ou generalizações científicas. Os dados da tabela 7 revelam um desempenho globalmente positivo, com evolução ao longo dos três momentos, sendo possível observar padrões de consolidação conceptual e de melhoria na organização do pensamento científico dos alunos.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 3		4 a 7		8 a 10	
	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	0	0,0	1	5,6	17	94,4	-	-
VG2	3	16,7	0	0,0	1	5,6	14	77,8
VG3	0	0,0	18	100,0	-	-	-	-

Tabela 7 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos princípios dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), a maioria dos alunos (n=14, 77,8%) completou corretamente os seis tópicos previstos, demonstrando um domínio consistente dos princípios científicos em questão. Três discentes (n=3; 16,7%) apresentaram cinco tópicos, revelando um bom nível de proficiência, porém apresentando pequenas lacunas na explicitação completa dos princípios. Apenas um aluno (n=1; 5,6%) apresentou três tópicos, o que poderá refletir uma compreensão parcial do conteúdo ou dificuldades na transposição dos conhecimentos do modelo para o do V de Gowin.

No segundo V de Gowin (VG2), o que têm o maior número de tópicos de resposta, observou-se um desempenho igualmente positivo, porém com maior dispersão. A maioria dos alunos (n=12; 66,7%) completou corretamente os dez tópicos esperados, revelando uma boa capacidade de organização do raciocínio científico. Outros três alunos (n=3; 16,7%) apresentaram entre seis e nove tópicos, situando-se num nível intermédio. Por fim, três discentes (n=3, 16,7%) não apresentaram qualquer tópico, deixando este campo em branco, o que pode estar associado a dificuldade na consolidação dos conteúdos aprendidos ou na complexidade e quantidade dos números de tópicos solicitados.

Já no terceiro V de Gowin (VG3), o desempenho foi uniforme. A maioria dos discentes (n=17; 94,4%) indicou corretamente os três tópicos esperados para este campo, enquanto apenas um aluno (n=1; 5,6%) indicou só dois tópicos. Este resultado poderá estar relacionado com o número de tópicos exigidos, o que terá facilitado a mobilização dos conhecimentos desenvolvidos, ou, em alternativa, poderá refletir uma compreensão

já consolidada dos princípios científicos associados à formação de uma caldeira vulcânica.

Dando continuidade à análise dos diferentes campos do V de Gowin, segue-se a apreciação do campo dos “Registos”, que corresponde ao momento em que os alunos redigem, de forma autónoma, a descrição dos resultados obtidos a partir dos modelos experimentados. Os registos assumem particular relevância no desenvolvimento de competências investigativas, como a observação, a organização da informação e a comunicação científica, permitindo aos alunos transformar as evidências empíricas em linguagem escrita clara, estruturada e fundamentada.

A tabela 8 apresenta os dados relativos ao desempenho dos alunos nos três Vês de Gowin na parte dos “Registos”.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 2		3 a 4		5 a 6	
	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	0	0,0	0	0,0	8	44,4	10	55,6
VG2	2	11,1	3	16,7	6	33,3	7	38,9
VG3	1	5,6	5	27,8	5	27,8	7	38,9

Tabela 8 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos registos dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), a maioria dos discentes (n=10; 55,6%) completou corretamente os seis tópicos previstos, evidenciando clareza na descrição, coerência na sequência lógica da informação e pertinência na interpretação dos dados. Dois alunos (n=2; 11,1%) indicaram quatro tópicos, enquanto seis discentes (n=6; 33,3%) apresentaram apenas três tópicos, o que poderá indicar uma compreensão parcial da atividade, dificuldades na organização ou até limitações na gestão do tempo disponível. Importa destacar que nenhum aluno deixou este campo por preencher, o que reflete uma boa adesão à tarefa.

No segundo V de Gowin (VG2), os resultados revelam uma distribuição mais dispersa. Sete alunos (n=7; 38,9%) atingiram o nível máximo de proficiência, completando os seis tópicos previstos com rigor. Outros seis discentes (n=6; 33,3%) apresentaram quatro tópicos, demonstrando uma compreensão funcional da atividade, ainda que com omissões relevantes. Três alunos (n=3; 16,7) indicaram apenas dois tópicos, revelando dificuldades mais evidentes na estruturação do texto ou na identificação dos elementos essenciais. Dois alunos (n=2; 11,1%) não elaboraram qualquer registo, o que pode estar

associado à falta de tempo, à dificuldade em verbalizar as observações de forma escrita ou à desmotivação perante a complexidade crescente da tarefa.

No terceiro V de Gowin (VG3), observou-se uma maior dispersão nos níveis de desempenho. Cinco discentes (n=5; 27,8%) atingiram os seis tópicos, mostrando domínio da descrição das fases da atividade. Outros cinco alunos (n=5; 27,8%) indicaram dois tópicos e quatro discentes (n=4; 22,2%) completaram três tópicos, situando-se em níveis intermédios de proficiência. Os restantes apresentaram quatro tópicos (n=1; 5,6%) e cinco tópicos (n=2; 11,1%), enquanto um aluno (n=1; 5,6%) não apresentou qualquer resposta. Apesar desta diversidade, a maioria dos alunos demonstrou capacidade para descrever com precisão e sentido científicos as várias fases do fenómeno modelado.

Importa referir que muitos alunos recorreram ao uso de desenhos com legendas como estratégia de apoio à descrição, o que facilitou a explicitação dos elementos estruturais e da sua evolução ao longo do tempo. Esta articulação entre texto e imagem revela um esforço de comunicação científica coerente e adaptado à natureza prática da tarefa.

As dificuldades mais frequentemente identificadas nas respostas incompletas dizem respeito à omissão de fases intermédias do processo ou à descrição pouco detalhada das transformações observadas. Estas falhas podem estar relacionadas com a gestão do tempo, a dificuldade em sequenciar os acontecimentos de forma lógica ou com limitações na literacia escrita.

Dando continuidade à análise dos Vês de Gowin, segue-se as “Transformações”, que representa o momento central de sistematização analítica. Neste campo, os alunos foram desafiados a organizar, de forma sequencial e fundamentada, os dados recolhidos a partir dos modelos utilizados. O tratamento de dados exige a mobilização de competências como a observação, a comparação entre variáveis, o registo estruturado e a interpretação crítica, sendo essencial para a construção de um pensamento científico estruturado.

A tabela 9 apresenta os dados relativos ao desempenho dos alunos nos três Vês de Gowin na parte das “Transformações”.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 4		5 a 7		8 a 9	
	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	0	0,0	0	0,0	1	5,6	17	94,4
VG2	2	11,1	0	0,0	3	16,7	13	72,2
VG3	3	16,7	9	50,0	6	33,3	-	-

Tabela 9 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nas transformações dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), os resultados revelam um desempenho francamente positivo. A maioria dos alunos (n=16; 88,9%) completou corretamente os nove tópicos previstos, demonstrando domínio na organização da informação observada e na identificação dos padrões experimentais. Apenas dois discentes (n=2; 11,1%) apresentaram entre sete e oito tópicos, mantendo-se ainda assim num nível elevado de proficiência. As respostas mais completas demonstraram que os alunos foram capazes de reconhecer, com clareza a relação entre o aumento da viscosidade, provocada pela adição de açúcar, e a consequente diminuição progressiva da velocidade de escoamento do fluido, estabelecendo relações lógicas entre variáveis.

No segundo V de Gowin (VG2), também se verificou um desempenho globalmente positivo, embora com uma ligeira descida. Treze alunos (n=13; 72,2%) completaram os oito tópicos propostos com correção e coerência, identificando adequadamente os tempos de escoamento dos diferentes tubos, os produtos emitidos e a morfologia dos cones formados. Dois discentes (n=2, 11,1%) não preencheram qualquer tópico. Estes últimos casos poderão estar associados a dificuldades de compreensão da tarefa, limitação do tempo de execução ou baixa motivação. No entanto, no geral, os dados evidenciam que a maioria dos alunos foi capaz de interpretar com precisão as transformações ocorridas, organizando a informação com clareza e pertinência científica.

No terceiro V de Gowin (VG3), que incidiu sobre o fenómeno da formação de caldeiras vulcânicas, registou-se uma maior heterogeneidade nos níveis de proficiência. Cinco discentes (n=5; 27,8%) indicaram corretamente quatro tópicos, e outros cinco alunos (n=5; 27,8%) apresentaram cinco tópicos, situando-se ambos num nível intermédio-alto de desempenho e demonstrando uma compreensão clara da sequência de eventos representados no modelo. Um aluno (n=1; 5,6%) atingiu os seis tópicos previstos, aproximando-se do nível máximo de proficiência.

Em contraste dois discentes (n=2; 11,1%) indicaram apenas dois tópicos, e outros dois alunos (n=2; 11,1%) completaram três tópicos, revelando um nível mais básico de

domínio da tarefa. Por fim, três alunos (n=3; 16,7%) não apresentaram qualquer resposta neste campo, o que poderá estar relacionado com dificuldades na organização sequencial da informação, na compreensão do modelo ou com constrangimentos de natureza pontual. Em termos gerais, os dados mostram que, mesmo com algumas variações de desempenho, a maioria dos discentes foi capaz de reconhecer e organizar, de forma coerente, as transformações observadas nas atividades experimentais.

O campo das “Conclusões” representa a etapa final da síntese do V de Gowin, exigindo que os alunos articulem os resultados observados nas experiências com os conceitos científicos trabalhados respondendo à questão central de cada instrumento. Este campo é particularmente revelante para avaliar a capacidade de generalização, a coerência lógica e a apropriação da linguagem científica pelos alunos. A análise da tabela 10 mostra as evoluções distintas ao longo dos Vês de Gowin, refletindo o grau de complexidade das questões, a autonomia dos discentes e a sua proficiência em expressar conhecimentos de forma fundamentada.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1		2		3	
	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	2	11,1	12	66,7	4	22,2	0	0,0
VG2	2	11,1	2	11,1	0	0,0	14	77,8
VG3	3	16,7	9	50,0	6	33,3	-	-

Tabela 10 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nas conclusões dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), que tinha como questão central “*De que forma a composição química influencia a viscosidade do magma?*”, os resultados revelaram um desempenho limitado neste campo. A maioria dos alunos (n=12; 66,7%) elaborou apenas um dos três tópicos previstos, evidenciando uma capacidade de síntese ainda em fase inicial. Quatro discentes (n=4; 22,2%) apresentaram dois tópicos, demonstrando algum grau de articulação entre os dados recolhidos e os conceitos teóricos. Apenas dois alunos (n=2; 11,1%) não elaboraram qualquer resposta ou deixaram o campo em branco, o que poderá indicar dificuldades na formulação escrita ou ausência de mobilização do conhecimento.

No segundo V de Gowin (VG2), cuja questão orientadora foi “*Como as características do magma influenciam o tipo de atividade e a forma do cone?*”, observou-se uma melhoria expressiva no desempenho global. A maioria dos alunos (n=14; 77,8%) apresentou os três tópicos esperados, revelando uma capacidade consolidada de generalização e aplicação dos conhecimentos. Apenas dois discentes (n=2; 11,1%) se

limitaram a um único tópico e outros dois (n=2; 11,1%) não apresentaram qualquer conclusão, o que aponta para dificuldades individuais, não generalizadas, na formulação final.

No terceiro V de Gowin (VG3), os alunos foram desafiados a responder à questão central “*Como se forma uma caldeira vulcânica?*”. Os resultados mostraram-se mais dispersos. Metade dos discentes (n=9; 50,0%) apresentou apenas um dos dois tópicos esperados, demonstrando uma compreensão parcial do processo. Outros seis alunos (n=6; 33,3%) indicaram ambos os tópicos corretamente, revelando apropriação clara e estruturada do conteúdo. Três alunos (n=3; 16,7%) não elaboraram qualquer resposta, o que poderá estar relacionado com dificuldades na transição entre a observação das transformações e a sua síntese conceptual escrita. Ainda assim, a maioria dos alunos demonstrou ter compreendido os mecanismos essenciais da formação de caldeiras, mesmo que nem todos tenham conseguido expressá-los de forma integral.

Em termos globais, a análise do campo “Conclusões” ao longo dos três Vês de Gowin, revela uma evolução positiva na capacidade dos alunos para sintetizar e justificar os fenómenos observados com base nos conceitos científicos trabalhados. Contudo, torna-se evidente a necessidade de reforçar o treino de formulação escrita fundamentada, sobretudo no que diz respeito à organização das ideias, à construção de respostas completas e à transição entre descrição e interpretação.

O campo dos “Juízos de valor” dos Vês de Gowin teve como principal objetivo avaliar a capacidade dos alunos para estabelecer correspondências simbólicas entre os materiais manipuláveis utilizados nas experiências e os conceitos científicos que estes representavam. Esta tarefa implicou competências de abstração, interpretação crítica e transposição simbólica, sendo fundamental para consolidar a compreensão dos fenómenos geológicos modelados.

A tabela 11 apresenta os dados relativos ao desempenho dos alunos nos três Vês de Gowin na parte dos “Juízos de Valor”.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta									
	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
VG1	0	0,0	0	0,0	3	16,7	15	83,3	-	-
VG2	2	11,1	1	5,6	1	5,6	2	11,1	12	66,7
VG3	3	16,7	10	55,6	2	11,1	1	5,6	2	11,1

Tabela 11 – Frequência das respostas por níveis de proficiência nos juízos de valor dos três Vês de Gowin.

No primeiro V de Gowin (VG1), os resultados revelaram um desempenho muito satisfatório. A maioria dos discentes (n=15; 83,3%) indicou corretamente os três tópicos previstos, demonstrando uma compreensão sólida da função representativa dos materiais utilizados no modelo experimental. Três alunos (n=3; 16,7%) identificaram dois tópicos previstos, mantendo-se ainda assim num nível de proficiência elevado. Nenhum dos participantes deixou o campo em branco ou apresentou apenas um tópico, o que evidencia a clareza da proposta e o bom nível de apropriação dos conceitos. Os juízos mais frequentemente identificados foram: o ketchup como representação do magma, o açúcar como símbolo do teor de sílica e a velocidade do fluido como indicador da viscosidade do magma.

No segundo V de Gowin (VG2), apesar da maior complexidade dos elementos envolvidos, o desempenho manteve-se maioritariamente positivo. A maioria dos alunos (n=12; 66,7%) atingiu o nível máximo de proficiência, identificando corretamente os quatro juízos de valor propostos. Verificaram-se ainda dois casos (n=2; 11,1%) de respostas com três tópicos. Um aluno (n=1; 5,6%) com dois tópicos e outro aluno (n=1; 5,6%) com um tópico. Finalmente, dois discentes (n=2; 11,1%) não elaboraram qualquer juízo de valor. Os alunos reconheceram, por exemplo, o vinagre e o bicarbonato de sódio como representação de uma erupção efusiva, e o permanganato de potássio e as fitas de magnésio como simuladores de uma erupção explosiva, para além de relacionarem a morfologia dos cones formados com os produtos emitidos.

No terceiro V de Gowin (VG3), centrado na formação de caldeiras vulcânicas, os dados mostram um desempenho globalmente mais modesto. A maioria dos alunos (n=10; 55,6%) indicou apenas um tópico, demonstrando uma interpretação parcial das relações simbólicas pretendidas. Dois alunos (n=2; 11,1%) indicaram dois tópicos, enquanto outros dois (n=2; 11,1%) apresentaram corretamente os quatro tópicos esperados. Um único aluno (n=1; 5,6%) indicou três tópicos. Três discentes (n=3; 16,7%) não responderam.

Os juízos mais frequentemente identificados foram a associação entre a areia moldada em forma de cone e o cone vulcânico, bem como entre o balão insuflado e a câmara magmática cheia. No entanto, menos alunos reconheceram a função do bisturi como representação do esvaziamento da câmara magmática ou a deformação da areia como símbolo do colapso do cone e da formação da caldeira.

Os juízos de valor permitiu aferir a capacidade dos alunos para atribuir significado aos materiais experimentados. Nos dois primeiros Vês de Gowin, os resultados foram amplamente positivos, com a maioria dos alunos a demonstrar competências sólidas na

transposição simbólica. No terceiro V, os dados foram mais dispersos, evidenciando a necessidade de reforçar a prática orientada de atividades que envolvam analogias científicas. Ainda assim, os modelos mostraram-se eficazes no apoio à compreensão de fenómenos complexos, permitindo aos alunos construir ligações significativas entre a experiência concreta e os conceitos geológicos estudados.

6.2. Resultados e discussão referentes ao Mapa de Conceitos

A construção de mapas de conceitos constitui uma das estratégias centrais ao longo da intervenção pedagógica, assumindo-se como uma ferramenta didática complementar à do V de Gowin na promoção de aprendizagens significativas. Ao longo do PI, foram produzidos cinco mapas de conceitos (MC1 a MC5) (Apêndice 6), com o objetivo de promover e acompanhar o desenvolvimento da capacidade dos alunos para organizar e representar graficamente o conhecimento adquirido. Esta estratégia permitiu verificar a forma como os discentes compreendiam, hierarquizavam e relacionavam os conceitos científicos abordados.

Estes instrumentos foram avaliados com base em critérios de correção previamente definidos, sendo posteriormente classificados numa escala de 0 a 100 pontos percentuais. A grelha de correção utilizada para atribuição das pontuações encontra-se disponível no Apêndice 8. A análise dos resultados obtidos encontra-se sistematizada na tabela 12, onde se apresentam os valores médias, desvio padrão, máximos e mínimos relativos aos cinco momentos de avaliação (MC1; MC2; MC3; MC4 e MC5).

Mapas de conceitos	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	Total
Média	86,6%	93,5%	96,7%	100,0%	100,0%	94,4%
Desvio Padrão	0,27	0,15	0,10	0,00	0,00	12,67
Máximo	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Mínimo	0,0%	50,0%	60,0%	100,0%	100,0%	55,5%

Tabela 12 – Estatísticas descritivas dos resultados obtidos nos cinco mapas de conceitos.

A análise comparativa dos cinco mapas de conceitos (MC1, MC2, M3, MC4 e MC5) permite identificar padrões de desempenho distintos ao longo da intervenção pedagógica, refletindo o grau de evolução nas competências de organização e articulação dos conceitos científicos pelos alunos. De um ponto de vista quantitativo, os

resultados médios evidenciam uma progressão consistente ao longo dos mapas com os alunos a atingir níveis de maior proficiência à medida que avançaram nas atividades.

Nos primeiros mapas, a média de desempenho foi de 86,6% no MC1, evoluindo para 93,5% no MC2 e 96,7% no MC3, culminado nos valores máximos de 100% nos MC4e MC5. Este aumento gradual da média sugere que os alunos se tornaram progressivamente mais competentes na identificação e na interligação dos conceitos relacionados com o vulcanismo. No entanto, a análise do desvio padrão mostra que, embora a média tenha aumentado, a dispersão das respostas também variou. No MC1, a dispersão foi moderada ($DP = 0,25$), indicando uma compreensão homogénea entre os alunos. Contudo, no MC2, observou-se uma maior variabilidade ($DP = 0,36$), o que sugere que alguns alunos apresentaram dificuldades na hierarquização e na articulação entre os conceitos. No MC3, o desvio padrão diminuiu ($DP = 0,18$), sugerindo que a maioria dos alunos conseguiu estruturar e organizar os conceitos de forma mais coerente.

Quanto aos valores máximos, todos os mapas mostraram um bom nível de desempenho, com os alunos a atingirem os 100% nos últimos mapas (MC4 e MC5), o que indica que, mesmo nas fases mais exigentes, houve casos de apropriação plena dos objetivos de aprendizagem. No entanto no MC1 e MC2, foi possível, observar uma maior dispersão nos resultados, com alguns alunos a apresentar respostas mais fragmentadas. Relativamente à análise dos mapas de conceitos, será realizada uma avaliação detalhada de cada um.

O primeiro mapa de conceito (MC1), subordinado ao tema “Vulcanismo”, teve como objetivo principal avaliar a capacidade dos alunos para organizar, estruturar e relacionar os principais elementos associados aos produtos emitidos e à constituição dos vulcões.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 4		5 a 8		9 a 12	
	n	%	n	%	n	%	n	%
MC1	1	5,6	0	0,0	1	5,6	16	88,9

Tabela 13 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no primeiro mapa de conceitos.

A análise dos dados estatísticos através da tabela 13, mostra que a maioria dos alunos ($n=12$; 66,67%) conseguir atingir o nível máximo de proficiência, completando corretamente os 12 tópicos previstos. Este resultado demonstra, desde o início, uma boa apropriação dos conceitos fundamentais associados ao vulcanismo, bem como uma

capacidade inicial satisfatória para estabelecer relações lógicas e hierárquicas entre os elementos propostos.

Adicionalmente, registaram-se desempenhos intermédios, com dois alunos (11,11%) a completar 9 tópicos, dois alunos (11,11%) a atingir os 10 tópicos e um aluno (5,56%) a alcançar apenas 5 tópicos. Apenas um discente (5,56%) não apresentou qualquer resposta devido a ausência na sala de aula.

O segundo mapa de conceitos (MC2) manteve o tema do vulcanismo, aprofundando a sua estrutura conceptual e alargando a rede de relações entre os elementos constituintes dos fenómenos, nomeadamente ao relacionar a dependência da fluidez do magma relativamente ao teor de sílica e à temperatura.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 2		3 a 4		5 a 6	
	n	%	n	%	n	%	n	%
MC2	0	0,0	0	0,0	3	16,7	15	83,3

Tabela 14 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no segundo mapa de conceitos.

A análise dos resultados da tabela 14, demonstra uma evolução muito positiva no desempenho geral dos alunos. Quinze discentes (n=15; 83,33%) atingiram o nível máximo de proficiência, completando os seis tópicos previstos. Este número representa um aumento percentual significativo face ao MC1, demonstrando que os alunos, após o primeiro contacto com a metodologia, adquiriram maior familiaridade com a estrutura do mapa de conceitos e foram capazes de aplicar esse conhecimento de forma mais eficaz.

Outros dois alunos (n=2, 11,11%) indicaram quatro tópicos, enquanto um aluno (n=1; 5,56%) completou três. Não se registam respostas em branco, nem desempenhos com apenas um ou dois tópicos, o que evidencia um envolvimento mais homogéneo e um maior grau de autonomia conceptual.

O terceiro mapa de conceitos marca um momento de transição importante no percurso dos alunos, evidenciado não só pela sua complexidade conceptual superior, mas também pelo desempenho altamente positivo da maioria dos discentes.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta							
	0		1 a 2		3 a 4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%
MC3	0	0,0	0	0,0	2	11,1	16	88,9

Tabela 15 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no terceiro mapa de conceitos.

A partir da análise da tabela 15, 16 alunos (88,89%) atingiram o nível máximo de proficiência, completando os cinco tópicos previstos, enquanto apenas dois alunos se situaram em níveis ligeiramente inferiores (um com quatro tópicos e outro com três), representando cada um 5,56% da turma. Nenhum aluno deixou este campo por preencher, o que demonstra um envolvimento alargado e consolidado com a proposta.

O quarto mapa de conceitos corresponde a um momento de elevada consolidação das aprendizagens, tanto ao nível da organização conceptual como da mobilização dos conteúdos científicos trabalhados anteriormente.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta					
	0		1		2	
	n	%	n	%	n	%
MC4	0	0,0	0	0,0	18	100,0

Tabela 16 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no quarto mapa de conceitos.

Os dados estatísticos da tabela 16, refletem este progresso de forma clara. Dezoito alunos (n=18, 100,0%) atingiram o nível máximo de proficiência previsto para este mapa de conceitos, completando corretamente os dois tópicos principais solicitados.

O quinto e último mapa de conceitos desta sequência representou a culminação do trabalho desenvolvido pelos alunos ao longo da intervenção, refletindo não só uma consolidação dos conteúdos abordados, mas também uma apropriação plena da lógica de construção do mapa de conceitos.

Nível de proficiência	Nº de tópicos de resposta					
	0		1		2	
	n	%	n	%	n	%
MC5	0	0,0	0	0,0	18	100,0

Tabela 17 – Frequência de respostas por níveis de proficiência no quinto mapa de conceitos.

A partir da análise da tabela 17, dezoitos alunos (n=18, 100,0%) atingiram o nível máximo de proficiência previsto para este exercício, completando corretamente os dois tópicos principais solicitados.

6.3. Resultados e discussão referentes ao *SnapShot*

No final da PI, foi solicitado aos alunos que respondessem a um *SnapShot* (Apêndice 7), com o objetivo de avaliar a sua perceção sobre a metodologia utilizada, nomeadamente em relação ao uso de modelos na sala de aula. Este *SnapShot* não apenas procurou recolher dados sobre o desempenho dos alunos, mas também avaliar

o impacto da utilização dos modelos como recurso educativo, com foco na sua motivação, conforto e interesse.

A primeira parte do *Snapshot* consistiu em questões fechadas, permitindo medir o grau de conforto e o impacto dos modelos sobre o interesse e a motivação dos alunos para aprender sobre vulcanismo, bem como a sua disposição para futuras atividades semelhantes. A grelha de correção utilizada para a atribuição das pontuações encontra-se disponível no Apêndice 8. A análise das respostas obtidas na primeira parte do *Snapshot* encontra-se apresentado na tabela 18, e permite uma avaliação detalhada da eficácia pedagógica da metodologia aplicada.

Utilização de modelos na sala de aula?				
Parâmetros	Sim		Não	
	n	%	n	%
Frequência de respostas	2	11,1	16	88,9

Tabela 18 - Frequência de resposta à sobre a utilização prévia de modelos na sala de aula.

A análise da tabela revela a distribuição das respostas dos alunos à questão sobre a experiência prévia com modelos na sala de aula. Os resultados indicaram que a maior parte dos alunos (n=16; 88,9%) não tinha experiência prévia com o uso de modelos como ferramenta pedagógica, enquanto apenas 2 alunos (n=2; 11,1%) afirmaram já ter tido contacto com esta metodologia antes do PI.

Este dado sugere que a utilização de modelos como recurso educativo não era uma prática recorrente na sala de aula, o que, por sua vez, pode ter tornado a atividade proposta uma novidade significativa para a grande maioria dos alunos. A ausência de experiência prévia com modelos pode ter representado um desafio adicional para os discentes ao mesmo tempo que ofereceu uma oportunidade de aprendizagem inovadora, proporcionando-lhes uma abordagem pedagógica mais interativa e visual.

A análise dos dados apresentados na tabela 19 revela informações sobre a perceção dos alunos quanto à utilização dos modelos de vulcões na sala de aula.

Parâmetro	Frequência de escala de Likert										Méd.	DP	Min.	Max.
	1		2		3		4		5					
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%				
Conforto	0	0,0	0	0,0	3	16,7	8	44,4	7	38,9	4,2	0,73	3	5
Interesse	0	0,0	0	0,0	4	22,2	3	16,7	11	61,1	4,4	0,85	3	5
Motivação	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8	44,4	10	55,6	4,6	0,51	4	5
P. futura	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	55,6	8	44,4	4,4	0,51	4	5

Tabela 19 - Frequência de escala de Likert sobre o *Snapshot* implementado.

Em relação ao parâmetro do conforto com o uso dos modelos, a maioria dos alunos ($n=8$; 44,4%) indicou que se sentiu confortável e sete discentes ($n=7$; 38,9%) expressaram sentir-se muito confortáveis com a metodologia aplicada. Apenas três alunos ($n=3$; 16,7%) se mantiveram neutros em relação ao conforto proporcionado pelos modelos. A média ($M=4,2$) e o desvio padrão ($DP=0,73$) confirmaram que a maior parte dos alunos não demonstrou desconforto, refletindo uma boa adaptação à utilização dos modelos como ferramenta pedagógica.

No que diz respeito ao interesse despertado pelos modelos de vulcões, a distribuição das respostas foi a seguinte: onze discentes ($n=11$; 61,1%) indicaram que ficaram muito interessados, enquanto três alunos ($n=3$; 16,7%) ficaram interessados e quatro discentes ($n=4$; 22,2%) permaneceram neutros quanto ao aumento de interesse pelo vulcanismo. A média ($M=4,4$) e o desvio padrão ($DP=0,85$) mostram que os modelos tiveram um impacto significativo no despertar do interesse dos alunos, sugerindo que a utilização desta ferramenta foi eficaz em aumentar o interesse pelos conteúdos do vulcanismo.

Quanto à motivação para aprender a partir de utilização dos modelos como recurso educativo, os alunos indicaram níveis elevados de motivação. Dez discentes ($n=10$; 55,6%) a expressarem estar muito motivados e oito alunos ($n=8$; 44,4%) a indicarem que estavam motivados para aprender com os modelos. A média ($M=4,6$) e o desvio padrão ($DP=0,51$) revelaram um desempenho homogéneo, evidenciando que os modelos foram eficazes em aumentar a motivação dos alunos, quando comparados com métodos tradicionais de ensino. Por fim, em relação ao interesse em participar novamente em atividades semelhantes no futuro, a maioria dos alunos demonstrou interesse elevado, com dez alunos ($n=10$; 55,6%) manifestando muito interesse e oito discentes ($n=8$; 44,4%) indicando interesse em participar em futuras atividades. A média ($M=4,4$) e o desvio padrão ($DP=0,51\%$) indicaram que a maioria dos alunos está disposta a repetir experiências de aprendizagem utilizando modelos, sugerindo que esta abordagem, foi bem recebida e teve um impacto positivo na sua experiência educativa.

A terceira parte do *Snapshot* consistiu em questões abertas, com o objetivo de permitir aos alunos desenvolver e justificar a sua opinião sobre a metodologia utilizada. Este formato visou captar uma perspetiva mais profunda e reflexiva por parte dos alunos, proporcionando uma compreensão qualitativa sobre a experiência com os modelos como recurso educativo.

Foram propostas três questões, as quais foram as seguintes: (i) *“O que achaste da experiência de utilizar modelos como recurso educativo?”*; (ii) *“Qual foi a atividade de que mais gostaste?”*; (iii) *“Que aspeto sugerias para melhorar?”*. Estas questões permitiram aos discentes expressar livremente as suas perceções, sentimentos e sugestões, proporcionando uma compreensão qualitativa da experiência vivida durante a atividade

A análise das respostas qualitativas fornecidas pelos alunos permite identificar diversos aspetos relacionados com a metodologia utilizada, assim como as dificuldades enfrentadas pelos discentes e as suas sugestões de melhoria. Em relação aos aspetos valorizados, a maior parte dos alunos (n=14; 77,8%) destacou a utilização dos modelos dos vulcões e da caldeira vulcânica como elementos de aprendizagem significativa. Apenas uma pequena parte dos discentes (n=4; 22,2%) sublinhou as atividades práticas, referindo a interatividade das aulas como um fator importante para o seu desenvolvimento e a compreensão dos conceitos abordados. No que diz respeito às dificuldades, os alunos apontaram essencialmente duas áreas: os Vês de Gowin e os conteúdos relacionados com o vulcanismo. Relativamente aos Vês de Gowin, seis alunos (n=6; 33,3%) referiram que este recurso causou dificuldades na realização. Em relação ao vulcanismo, nove alunos (n=9, 50%) mencionaram que aprender sobre o tema foi desafiante, sem, no entanto, entrarem em maiores pormenores sobre as dificuldades específicas. Três alunos (n=3; 16,7%) não responderam a esta questão ou indicaram que não tinham dificuldades, o que pode indicar uma opinião neutra sobre a experiência.

Parâmetros	Categoria	Exemplos de respostas dos alunos	n	%
Aspetos valorizados	Modelos	<i>"Modelos dos vulcões." / "Caldeira vulcânica."</i>	14	77,8
	Atividades práticas	<i>"Atividade prática." / "Aulas práticas."</i>	4	22,2
Dificuldades	V de Gowin	<i>"V de gowin." / "Mapas de conceitos e v de going."</i>	6	33,3
	Vulcanismo	<i>"Aprender o vulcanismo."</i>	9	50,0
	Não respondeu	<i>"Não sei." / "Nenhum."</i>	3	16,7
Melhorias	Menos uso de Vês de Gowin	<i>"Não gosto muito dos vês de Gowin, pois pode confundir mais as pessoas com a matéria." / "V de Gowin, não gostei de resolver."</i>	5	27,8
	Mais aulas práticas	<i>"aulas práticas e mais interativas." / "Aulas práticas, passar menos coisas."</i>	4	22,2
	Nenhuma	<i>"Acho que as aulas não necessitam de melhorar, gosto dos métodos de ensino." / "O professor fez tudo bem."</i>	9	50,0

Tabela 20 - Resultados à questão 3, do relatório *Snapshot*.

Quanto às melhorias sugeridas, a maioria dos alunos apontou para a redução do uso dos Vês de Gowin e para a inclusão de mais aulas práticas. Cinco alunos (n=5; 27,8%) sugeriram que o uso dos Vês de Gowin, fosse diminuído, argumentando que poderia causar confusão na consolidação dos conteúdos. Por outro lado, quatro alunos (n=4; 22,2%) sugeriram a introdução de mais aulas práticas e de atividades interativas, com o intuito de tornar a aprendizagem mais dinâmica e compreensível. Alguns alunos propuseram ainda que fosse abordado menos conteúdo, de forma a facilitar a assimilação da matéria. Finalmente, nove alunos (n=9; 50%= indicaram que não achavam necessária qualquer melhoria, expressando satisfação com os métodos de ensino utilizados, e considerando que as aulas decorreram de forma satisfatória.

A análise global dos dados sugere que, de uma forma geral, a metodologia foi bem recebida pelos alunos, especialmente no que se refere aos modelos de vulcões, modelo da caldeira vulcânica e às atividades práticas, que facilitaram o entendimento dos conceitos. No entanto, a utilização dos Vês de Gowin foi um ponto de controvérsia, com alguns alunos sugerindo a diminuição do seu uso em favor de métodos mais práticos. Quanto às dificuldades, o conteúdo relacionado com vulcanismo e os Vês de Gowin foram apontados como os principais desafios, embora, no geral, as sugestões de melhoria reflitam uma valorização das aulas práticas e da interatividade no processo de aprendizagem.

6.4. Análise comparativa entre os Vês de Gowin, os Mapas de Conceitos e o relatório *Snapshot*

No primeiro V de Gowin (VG1), o desempenho médio dos alunos foi mais elevado registando-se também menor dispersão entre os resultados. Este dado pode ser atribuído ao maior acompanhamento por parte do professor, o que forneceu orientação contínua na compreensão da estrutura do V, na formulação das respostas e na organização do raciocínio científico. Este apoio foi essencial, dado que os alunos do 3.º ciclo não estão habitualmente familiarizados com o uso de ferramentas estruturantes como o V de Gowin, nem com a elaboração de relatórios científicos, tal como evidenciado por Sánchez e Pulgar (2013) e reforçado por Velez e Alvarez-Alvarado (2024), que destacam a importância da orientação docente no desenvolvimento de instrumentos epistémicos complexos. Neste sentido, Rivera (2024) sublinha que o V de Gowin, mais do que uma ferramenta didática, constitui um recurso epistemológico que favorece a articulação entre conceitos teóricos e procedimentos metodológicos, promovendo a autonomia e a construção significativa de conhecimentos.

À medida que o acompanhamento docente foi sendo reduzido, nomeadamente no VG2 e de forma mais acentuada no VG3, verificou-se uma descida progressiva dos desempenhos médios, acompanhada por um aumento das lacunas nas respostas mais complexas, como as conclusões e os juízos de valor. Este declínio pode estar associado à diminuição do apoio direto, mas também à resistência dos alunos à escrita, fenómeno frequentemente ligado a fatores como desmotivação, falta de acompanhamento familiar e ausência de práticas pedagógicas que valorizem a construção progressiva da linguagem escrita (Júnior et al., 2023). A dificuldade em expressar por escrito o raciocínio científico, articulando conceitos, procedimentos e inferência, revelou-se um obstáculo recorrente, mesmo entre os alunos com bom desempenho experimental.

Apesar destas limitações, a aplicação dos Vês de Gowin permitiu promover o desenvolvimento de competências investigativas relevantes, como a formulação de hipóteses, a organização da informação, a análise crítica de dados e a generalização de princípios científicos. Estudos como os de Polancos (2012) e de Sánchez e Pulgar (2013) demonstram que a utilização combinada de mapas de conceitos e de Vês de Gowin potencia o desempenho académico e promove a criatividade, a reflexão crítica e a aprendizagem significativa.

A investigação de Krieglstein et al. (2022), por exemplo, evidencia que o uso sistemático da estratégia V de Gowin aumenta significativamente a motivação e o envolvimento dos

alunos, melhorando simultaneamente o seu desempenho em tarefas científicas. No caso em análise, a falta de interesse demonstrada por alguns alunos na realização dos Vês de Gowin, em particular no terceiro, parece relacionar-se com dois fatores principais: (i) a ausência de hábitos de escrita científica e (ii) a perceção da tarefa ser excessivamente exigente. Esta interpretação encontra suporte no estudo de Sari et al. (2021), que identificam a dificuldade de transição entre tarefas práticas e a sua formalização escrita como um obstáculo frequente ao desenvolvimento de competências científicas.

Importa ainda referir que, embora o V de Gowin tenha demonstrado um forte potencial na melhoria da compreensão conceptual e no estímulo à criatividade (Sánchez & Pulgar, 2013), o seu impacto depende de uma implementação progressiva, orientada e articulada com outras metodologias, como a resolução de problemas e a construção de mapas de conceitos (Krieglstein et al., 2022; Rivera, 2024; Júnior et al., 2023; Velez & Alvarez-Alvarado, 2024).

Para além dos contributos identificados com a aplicação dos Vês de Gowin, cuja estrutura favoreceu a explicitação do raciocínio científico e a reflexão sobre o processo investigativo, tornou-se igualmente relevante analisar a evolução dos modelos mentais dos alunos através de outra ferramenta complementar: os mapas de conceitos. A sua utilização permitiu aceder de forma visual à organização cognitiva dos conhecimentos desenvolvidos, oferecendo um contraponto estruturado ao carácter mais narrativo e reflexivo do V de Gowin. Assim, a análise dos mapas de conceitos surge como continuação natural do PI, permitindo aprofundar a compreensão do impacto da intervenção pedagógica na construção e consolidação das aprendizagens em torno do vulcanismo.

Os dados recolhidos apontam para a eficácia do V de Gowin na promoção de competências científicas e investigativas, mas também alertam para a importância do acompanhamento contínuo nas fases iniciais da aplicação e para a necessidade de cultivar desde cedo, uma atitude positiva e motivada face à escrita científica e à reflexão metacognitiva (Velez & Alvarez-Alvarado, 2024).

Com base na análise dos mapas de conceitos e na literatura científica, é possível concluir que a sua utilização promove melhorias significativas nos modelos mentais dos alunos sobre os fenómenos vulcânicos. Os mapas de conceitos permitiram aos alunos representar os conceitos, estabelecer relações hierárquicas e funcionais entre os elementos e, sobretudo, tornar visível a estrutura do seu mapa mental. Este processo

de externalização revelou-se essencial para que os alunos reorganizassem os seus conhecimentos e progredissem em direção a uma aprendizagem mais significativa.

De facto, os dados obtidos nesta investigação demonstraram uma evolução crescente na complexidade e coerência dos mapas de conceitos construídos, permitindo identificar progressos nos modelos mentais dos alunos. Esta evolução é particularmente evidente na capacidade de hierarquização de conceitos, no uso de ligações significativas e na incorporação de novos conceitos científicos associados ao vulcanismo. Estes resultados corroboram os estudos de Schroeder et al. (2018), que indicam que a construção ativa de mapas de conceitos promove aprendizagens mais profundas, especialmente em alunos com baixo conhecimento prévio.

Contudo, observou-se que à medida que o apoio do professor foi diminuindo, alguns mapas apresentaram uma ligeira quebra de qualidade. Este aspeto poderá estar relacionado com a sobrecarga cognitiva e a desorientação causada pela estrutura menos saliente dos mapas, conforme apontado por Krieglstein et al. (2022).

Importa ainda referir que, apesar das vantagens pedagógicas, persistem desafios relacionados com a motivação dos alunos para escrever e representar conceitos. Como referido por Hamdiyati et al. (2018), muitos alunos demonstraram resistência a tarefas que envolvem escrita reflexiva ou representação gráfica, sobretudo quando não percebem a utilidade imediata dessas atividades.

Ainda assim, estudos como os de Collins e Nyenhuis (2020) reforçam que a prática continuada e o retorno positivo na utilização dos mapas de conceitos podem levar ao desenvolvimento de competências metacognitivas e à superação de barreiras iniciais.

A análise dos dados recolhidos permitem afirmar que os mapas de conceitos, quando integrados numa abordagem pedagógica reflexiva e bem orientada, favorecem a melhoria dos modelos mentais dos alunos sobre o tema do vulcanismo. Estes instrumentos não só promovem a visualização das relações entre os conceitos, como potenciam o pensamento crítico, a autonomia e a aprendizagem significativa. No entanto, o seu sucesso depende fortemente da mediação pedagógica e da integração positiva na prática letiva, ajustando-se aos diferentes ritmos de aprendizagem (Schroeder et al., 2018; Krieglstein et al., 2022; Collins & Nyenhuis, 2020).

7. Conclusões e futuras investigações

Este capítulo está estruturado em três subcapítulos. O primeiro subcapítulo apresenta as conclusões gerais, abordando o cumprimento dos objetivos conceptuais e

educacionais definidos no início da investigação. No segundo subcapítulo, são discutidas algumas das limitações do estudo, conjuntamente com sugestões para futuras linhas de investigação. Por fim, o terceiro subcapítulo faz uma reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais do professor-investigador, avaliando o impacto da pesquisa no seu desenvolvimento profissional.

7.1. Conclusões gerais

A presente investigação teve como principal finalidade compreender o impacto da metodologia EOABM no ensino do tema vulcanismo e “*Como se forma uma caldeira vulcânica*” junto de alunos do 7.º ano de escolaridade, promovendo o desenvolvimento de competências científicas, a melhoria dos modelos mentais e o envolvimento ativo dos discentes no processo de aprendizagem.

Os dados recolhidos ao longo da intervenção pedagógica através dos Vês de Gowin, mapas de conceitos e do inquérito tipo *Snapshot*, demonstraram que a implementação da metodologia EOABM contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos. Verificou-se uma progressão nas competências investigativas, evidenciada pela crescente autonomia na formulação de hipóteses, interpretação de dados e elaboração de juízos de valor ao longo dos três Vês de Gowin.

Paralelamente, os mapas de conceitos permitiram observar uma melhoria contínua na organização dos conhecimentos, na densidade das ligações estabelecidas. Esta evolução traduz-se numa consolidação efetiva dos conteúdos relativos ao vulcanismo, especialmente no que diz respeito à distinção entre tipo de atividade vulcânica e a formação de caldeiras vulcânicas.

Por sua vez, os resultados do relatório *Snapshot* reforçam o impacto positivo da metodologia implementada na motivação, interesse e conforto dos alunos durante as atividades, sublinhando a valorização da componente prática e da aprendizagem ativa como promotoras de envolvimento e compreensão.

De forma global, a intervenção pedagógica demonstrou que a EOAMB é uma estratégia eficaz no ensino de conteúdos complexos da Geologia, permitindo aos alunos não só desenvolver os conceitos científicos de forma significativa, com também promover competências essenciais para o seu percurso académico e cidadão.

A realização deste estudo constitui uma oportunidade valiosa no desenvolvimento profissional e pessoal, enquanto professor em formação. A planificação, implementação e avaliação de uma sequência didática sustentada na metodologia EOAMB permitiram aprofundar conhecimentos sobre práticas de ensino investigativas, bem como

consolidar competências ao nível da reflexão pedagógica e da investigação educativa. Este percurso favoreceu ainda uma maior consciência sobre a importância da intencionalidade didática, da adequação metodológica às necessidades dos alunos e do papel do professor como mediador ativo da aprendizagem. A experiência contribuiu assim, para fortalecer uma postura crítica, ética e inovadora, orientada para a melhoria contínua da prática docente.

7.2. Limitações do estudo

Apesar dos resultados obtidos demonstrarem o potencial da metodologia EOAMB no ensino das Ciências Naturais, esta investigação apresenta um conjunto de limitações que importa reconhecer, quer no plano metodológico, que no plano contextual.

Em primeiro lugar, a dimensão da amostra constituiu uma limitação relevante. A investigação foi conduzida com uma turma de 19 alunos do 7.º ano, selecionada por conveniência no contexto da Iniciação à Prática Profissional. Sendo uma amostra reduzida e não probabilística, os resultados obtidos não podem ser generalizados para outras realidades educativas.

Em segundo lugar, o tempo disponível para intervenção pedagógica foi condicionado pela duração da PES, restringindo o número de aulas e a possibilidade de aprofundar ainda mais as estratégias de diferenciação pedagógica. A impossibilidade de realizar um segundo ciclo de Investigação-Ação impediu igualmente a reformulação e reaplicação da sequência didática com base nos primeiros resultados.

Uma outra limitação prende-se com o grau de familiarização prévio dos alunos com os instrumentos de recolha de dados, nomeadamente os Vês de Gowin e os mapas de conceitos. Embora tenham sido acompanhados por momentos de explicação e de treino, é possível que a novidade dos instrumentos tenha influenciado o desempenho dos alunos, sobretudo nos primeiros momentos de aplicação.

Acresce ainda que análise dos dados, embora cuidadosamente conduzida, foi realizada por um único investigador, o que poderá introduzir algum grau de subjetividade na categorização das respostas abertas e na interpretação qualitativa dos dados.

Por fim, a ausência de avaliação a médio e longo prazo limita a compreensão da durabilidade dos efeitos da metodologia EOABM nas aprendizagens dos alunos. Seria pertinente avaliar, em estudos futuros, a retenção dos conhecimentos adquiridos e a sua eventual transferência para novos contextos de aprendizagem.

7.3. Sugestões para estudos futuros

Tendo em conta as limitações identificadas e os resultados alcançados, é possível delinear um conjunto de sugestões que poderão orientar futuras investigações no domínio do ensino das Ciências Naturais com recurso à metodologia EOABM.

Em primeiro lugar, recomenda-se a replicação deste estudo com amostras mais alargadas e diversificadas, abrangendo diferentes contextos escolares, faixas etárias e realidades socioculturais. Esta ampliação permitirá não só validar os resultados obtidos, como também identificar variáveis contextuais que possam influenciar a eficácia da metodologia.

Em segundo lugar seria pertinente realizar investigações longitudinais que acompanhem os alunos ao longo de um período mais alargado, de forma a aferir a retenção dos conhecimentos, a evolução dos modelos mentais e a transferência das aprendizagens para outros conteúdos científicos.

Sugere-se também a integração de outros instrumentos de recolha de dados, como entrevistas semiestruturadas, grupos focais ou observações de aulas sistematizadas, que possam complementar a informação recolhida através dos Vês de Gowin, mapas de conceitos e do inquérito *Snapshot*. Esta triangulação metodológica poderá enriquecer a análise e fortalecer a validade dos resultados.

Por fim, propõe-se o desenvolvimento de materiais didáticos validados que possam ser utilizados por outros professores na abordagem e temas geológicos complexos, promovendo a disseminação da prática investigativa e da modelação no ensino básico.

Referências Bibliográficas

- Adriano, B. M., & Steil, A. V. (2020). Modelos mentais na pesquisa em aprendizagem organizacional: Uma revisão integrativa. *Revista Administração Em Diálogo - RAD*, 22(3), 118–140. <https://doi.org/10.23925/2178-0080.2020v22i3.47589>
- Akilli, H., & Kingir, S. (2020). The Impact of High-Level Teacher Questioning on Elementary School Students' Achievement, Retention and Attitude in Science. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.811429>
- Astrid, A., Amrina, R., Desvitasari, D., Fitriani, U. C. I., & Shahab, A. (2019). The Power of Questioning: Teacher's Questioning Strategies in the EFL Classrooms. *IRJE (Indonesian Research Journal in Education)*, 3, 91-106. <https://doi.org/10.22437/irje.v3i1.6601>
- Babayemi, J., & Abasi, A. (2022). A Survey of Immediate Assessment Feedback in Improving Students' Academic Achievement in Basic Science and Technology. 35-44. <https://doi.org/10.22624/AIMS/BHI/V8N4P4>
- Bell, L., & Aldridge, J. (2014). Investigating the use of student perception data for teacher reflection and classroom improvement. *Learning Environments Research*, 17, 371-388. <https://doi.org/10.1007/s10984-014-9164-z>
- Cechinel, A., Fontana, S., Giustina, K., Pereira, A., & Prado, S. (2016). Estudo/Análise documental: uma revisão teórica e metodológica. *Criar Educação*, 5. <https://doi.org/10.18616/ce.v5i1.2446>
- Collins, B., & Nyenhuis, R. (2020). The Effectiveness of Concept Maps for Students' Learning and Retention. *Journal of Political Science Education*, 17(sup1), 897–909. <https://doi.org/10.1080/15512169.2020.1775090>
- Connor, C. B., & Vacher, H. L. (2016). Learning volcanology: Modules to facilitate problem solving by undergraduate volcanology students. *Statistics in Volcanology*, 2, 1–13. <https://doi.org/10.5038/2163-338X.2.3>
- Corsetti, B. (2006). A análise documental no contexto da metodologia qualitativa: uma abordagem a partir da experiência de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Unisinos. *UNIrevista*, 1(1), 32-46.
- Coutinho, C. (2014). Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática (2ª ed.). Coimbra: Almedina
- Dal, B. (2006). The origin and extent of student's understandings: The effect of various kinds of factors in conceptual understanding in volcanism. *Electronic Journal of Science Education Electronic Journal of Science Education*, 11.

- DGE – Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 7.º ano. 3.º Ciclo. Ciências Naturais*. Direção-Geral da Educação. Disponível em: <https://tinyurl.com/59uwx2pe>
- Dohaney, J., Jolley, A., Kennedy, B., & Watson, A. (2023). A systematic review of volcanology learning and teaching in higher education. *Volcanica*, 6(2), 221–252. <https://doi.org/10.30909/vol.06.02.221252>
- Dringoli, B., Kolosova, K., Rademaker, T., Wray, J., Choquette, J., & Hilke, M. (2021). *The impact of content sequencing on quantitative problem-solving: A case study in Electromagnetism using an online learning platform*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.00145>
- Elliott, J. (1991) *Action Research for Educational Change*. Open University Press, Buckingham.
- Ferreira, M. R. C. P. S. (2013). *Trabalho colaborativo na escola – Um desafio!* [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Ciências Educativas – ISCE]. Comum RCAAP. Disponível em <https://tinyurl.com/wbtapvur>
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10ª ed.). New Jersey: Pearson.
- Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of science*, 71(5), 742-752.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Switzerland: Springer International Publishing.
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative Learning: Review of Research and Practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3). <https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n3.3>
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891–894. <https://doi.org/10.1080/095006900416839>
- Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). *The art of educating with V diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. (2014). *Understanding Earth* (7ª ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Gunel, M., Hand, B., & Prain, V. (2007). Writing for Learning in Science: A Secondary Analysis of Six Studies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 615-637. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9082-y>
- Hamdiyati, Y., Sudargo, F., Redjeki, S., & Fitriani, A. (2018). Using concept maps to describe undergraduate students' mental model in microbiology course. *Journal*

- of Physics: Conference Series*, 1013, 012014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012014>
- Johnson, D., & Johnson, R. (1999). Making cooperative learning work. *Theory Into Practice* - *THEORY PRACT*, 38, 67-73. <https://doi.org/10.1080/00405849909543834>
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press.
- Jolley, A., Dohaney, J., & Kennedy, B. (2022). Teaching about volcanoes: Practices, perceptions, and implications for professional development. *Volcanica*, 5(1), 11–32. <https://doi.org/10.30909/vol.05.01.1132>
- Júnior, L. T. F., Alves, C. N. C., de Souza Lopes, I. M., Cavalcante, M. d. P. S. T., Braga Filho, F. M. A., & Soares, S. L. (2023). As dificuldades de aprendizagem de leitura e escrita no contexto escolar. *Conjecturas*, 23(2), 11-25.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). Sage Publications Ltd.
- Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 535-560.
- Kirstein, K., & Owens, D. (2023). Where Are the Volcanoes? A Socioscientific Hunt for Volcanoes Through the Recognition of Patterns in Earth Science. *Science Scope*, 46(4), 34–40. <https://doi.org/10.1080/08872376.2023.12290908>
- Kriegelstein, F., Schneider, S., Beege, M., & Rey, G. D. (2022). How the design and complexity of concept maps influence cognitive learning processes. *Educational technology research and development*, 70. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10083-2>
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M. Sequeira et al. (Ed.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências*. (pp. 91-108). Braga: Universidade do Minho.
- Leite, L., & Esteves, E. (2005). *Ensino orientado para a aprendizagem baseada na resolução de problemas na licenciatura em ensino de física e química*. Universidade do Minho, Centro de Investigação em Educação (CIEd). Disponível em: <https://tinyurl.com/mr3ve5wh>
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). Perfil dos Alunos à

- Saída da Escolaridade Obrigatória. Direção-Geral da Educação (DGE). <https://tinyurl.com/36jm622a>
- Mathieu-Frasier, L., & Gurung, R. A. R. (2024). Do Student Perceptions of Teaching Vary by Faculty Rank? *College Teaching*, 1–5. <https://doi.org/10.1080/87567555.2024.2386682>
- Melo, L., & Calheiros, D. (2023). Didactic Sequences as an Educational Product to Facilitate Teaching-Learning Processes in Lato Sensu Graduate Courses in the Area of Health Management in Primary Care. *Health*, 15, 495-506. <https://doi.org/10.4236/health.2023.156033>
- Moreira, M. A. (2011). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Instituto de Física da UFRGS. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>
- Moutinho, S. & Vasconcelos, C. (2017). Model-Based Learning applied to Natural Hazards. *Journal of Science Education*, 18(2), 47-50.
- Moutinho, S., Moura, R., & Vasconcelos, C. (2017). Contributions of Model-Based Learning to the Restructuring of Graduation Students' Mental Models on Natural Hazards. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3043-3068.
- Moutinho, S., Torres, J., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2013). *Portuguese teachers' views about geosciences models*. Artigo apresentado em Enseñanza de las Ciencias, Vol. Extra: "La investigación en didáctica de las ciencias. Un compromiso con la sociedad del conocimiento" X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Novak, J. & Gowin, B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Editora.
- Polancos, D. (2012). Effects of Vee Diagram and Concept Mapping on the Achievement of Students in Chemistry. *Liceo Journal of Higher Edeucation Research*, 7. <https://doi.org/10.7828/ljher.v7i1.17>
- Rivera, E. R. (2024). THE USE OF GOWIN'S V AND POLYA'S METHOD FOR SOLVING PROBLEMS IN COMPLEX ANALYSIS. *International Journal of Research -GRANTHAALAYAH*, 12(12), 27–37. <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v12.i12.2024.5858>
- Rook, L. (2013). Mental models: a robust definition. *The Learning Organization*, 20(1), 38-47.
- Sánchez, I., & Pulgar, J. (2013). Creativity and Physics Learning as Product of the Intervention with Conceptual Maps and Gowin's V Diagram. *Creative Education*. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.412A1003>

- Sari, Y. I., Sumarmi., Utomo, D. H., & Astina, I K. (2021). The Effect of Problem Based Learning on Problem Solving and Scientific Writing Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 11-26. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.1422a>
- Schroeder, N., Nesbit, J., Anguiano, C., & Adesope, O. (2018). Studying and Constructing Concept Maps: a Meta-Analysis. *Educational Psychology Review*, 30. <https://doi.org/10.1007/s10648-017-9403-9>
- Sibley, D. F. (2009). A cognitive framework for reasoning with scientific models. *Journal of Geoscience Education*, 57(4), 255-263.
- Slavin, R. (2011). Instruction Based on Cooperative Learning. *Handbook of Research on Learning and Instruction*.
- Tofade, T., Elsner, J., & Haines, S. (2013). Best Practice Strategies for Effective Use of Questions as a Teaching Tool. *American journal of pharmaceutical education*, 77, 155. <https://doi.org/10.5688/ajpe777155>
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2014). Os modelos e a modelação na formação inicial de professores de Biologia e de Geologia. *Comunicações Geológicas*, 101(Especial III), 1391-1394.
- Torres, J., Moutinho, S., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of science, scientific and geoscience models: Examining students and teachers' views. *Journal of Turkish Science Education*, 12(4), 3-21.
- Velez, D., & Alvarez-Alvarado, M. (2024). Implementation of the Gowin's V strategy in experimental physics teaching for High School students. *Minerva*, 5, 85-95. <https://doi.org/10.47460/minerva.v5i14.166>
- Yin, H., & Huang, S. (2021). Applying structural equation modelling to research on teaching and teacher education: Looking back and forward. *Teaching and Teacher Education*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103438>

Apêndices

Apêndice 1. Pedido de consentimento informado



Declaração de Consentimento Informado

Título da investigação: *Como se forma uma caldeira vulcânica? Modelos para o ensino no 7º ano de escolaridade (Título provisório)*

Nome do investigador principal: *Jorge Manuel Lopes Fernandes*

Orientador Científicos: *Clara Vasconcelos*

Contacto do investigador principal: *up201904792@up.pt*

Eu, _____, encarregado de educação
abaixo assinado, declaro que:

1. Autorizo a participação do meu educando _____
no projeto acima referido.
2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais
que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado.
3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá a recolha
documental (testes de avaliação, grelhas de avaliação e outros produtos de aprendizagens realizados
pelos alunos), conduzido pelo investigador principal.
4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer
momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo.
5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelos investigadores, sendo garantido o anonimato
para o exterior.
6. Entendi que os investigadores irão 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 do projeto em causa.

O encarregado de educação:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Apêndice 2. Pedido de assentimento informado



Declaração de Assentimento Informado

Título da investigação: *Como se forma uma caldeira vulcânica? Modelos para o ensino no 7º ano de escolaridade (Título provisório)*

Nome do investigador principal: *Jorge Manuel Lopes Fernandes*

Orientador Científicos: *Clara Vasconcelos*

Contacto do investigador principal: *up201904792@up.pt*

Eu, _____ abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo.

O aluno:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Apêndice 3. Planificações das aulas

Plano de aula			
Ciências Naturais 7º Ano			
Aula nº 1/5	Data	06/03/2025	Professor Jorge Fernandes Duração: 90 minutos

Tema organizador	TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Subtema	ESTRUTURA E DINÂMICA INTERNA DA TERRA
Tópico	À DESCOBERTA DOS VULCÕES EDIFÍCIO VULCÂNICO (pág. 95) Atividade vulcânica (pág. 98)

Aprendizagens essenciais	- Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. - Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.
Conceitos-chave	- Câmara magmática - Chaminé vulcânica - Cratera - Cone vulcânico - Lava - Gases - Piroclastos - Cinzas - Lapilli - Bombas
Objetivos	Analisar e interpretar diferentes estruturas vulcânicas - Distinguir as diferentes estruturas de um vulcão - Distinguir magma de lava - Distinguir os diferentes produtos da atividade vulcânica

Sumário	Apresentação do tema vulcanismo. Edifício vulcânico e os produtos da atividade vulcânica. Construção de um mapa de conceitos.
----------------	---

Atividade	Descrição	Duração
- Criar	Atividade de desenho para perceber as concepções que os alunos têm sobre uma erupção vulcânica e o interior de um vulcão	10 minutos
- Visualização de vídeos sobre o vulcanismo.	- Visualização dos vídeos para os alunos obterem uma visualização mental como vulcões são. - National Geographic - Erupções https://www.youtube.com/watch?v=CgpNqrR318U - BBC – observação de uma cratera https://www.youtube.com/watch?v=0ugyzbjRqil - Kilauea Volcano Eruption A Perfect Planet BBC Earth https://www.youtube.com/watch?v=L4qDqsyFw7M	15 minutos
- PPT	Visualização/Exploração do PowerPoint sobre o edifício vulcânico e produtos da atividade vulcânica	20 minutos
- Atividade prática	Identificação de produtos sólidos da atividade vulcânica e ordenação por tamanhos.	20 minutos
- Mapa de conceitos	Construção de um mapa de conceitos	25 minutos
Aula: 90 minutos		

Estratégias	Recursos pedagógicos
- Registo do sumário e fazer a chamada - Exploração da apresentação multimédia sobre estruturas vulcânicas. - Elaboração do primeiro mapa de conceitos	• Manual / Manual digital • PowerPoint ... • Ficha do mapa de conceitos Tecnológicos • Computador • Painel interativo • Pen Drive

Avaliação	TPC
Sumativa: - Avaliação do mapa de conceitos	

FIM

Plano de aula			
Ciências Naturais 7º Ano			
Aula nº 2/5	Data	13/03/2025	Professor Jorge Fernandes Duração: 90 minutos

Tema organizador	TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Subtema	ESTRUTURA E DINÂMICA INTERNA DA TERRA
Tópico	VISCOSIDADE DAS LAVAS (Pág. 97)

Aprendizagens essenciais	- Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. - Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.
Conceitos-chave	- Magma - Sílica - Temperatura - Viscoso - Fluido - Lava
Objetivos	Analisar e interpretar a viscosidade do magma - Comparar o comportamento das diferentes viscosidades do magma - Testar e interpretar a velocidade das diferentes composições químicas que influenciam a viscosidade do magma.

Sumário	Realização de uma atividade prática sobre a viscosidade da lava. Realização de um mapa de conceitos e de um v de Gowin.
----------------	--

Atividade	Descrição	Duração
Sumário e chamada	Os alunos escrevem o sumário e o professor faz a chamada.	10 minutos
- Ppt	Visualização/Exploração do PowerPoint sobre a viscosidade do magma	15 minutos
- Atividade prática	Questão – Central – De que forma a composição química influencia a viscosidade do magma?	20 minutos
V de Gowin	Elaboração de uma ficha de v de Gowin sobre atividade prática.	20 minutos
- Mapa de conceitos	Construção de um mapa de conceitos	25 minutos
Aula: 90 minutos		

Estratégias	Recursos pedagógicos
- Registo do sumário e fazer a chamada - Realização de uma atividade prática sobre a composição química do magma e a sua influência na viscosidade do magma. - Elaboração do mapa de conceitos II - Elaboração do V de Gowin I	• PowerPoint • Modelo da caldeira vulcânica • Ficha do mapa de conceitos • Ficha do V de Gowin • Materiais: - Ketchup - Colher - Tabuleiros - Régua - Marcador - Cronómetro - Açúcar Tecnológicos • Computador • Painel interativo • Pen Drive

Avaliação	TPC
Sumativa: - Mapa de conceitos - V de Gowin	

FIM

Plano de aula Ciências Naturais 7º Ano			
Aula nº 3/6	Data	19/03/2025	Professor Jorge Fernandes Duração: 45 minutos

Tema organizador	TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Subtema	ESTRUTURA E DINÂMICA INTERNA DA TERRA
Tópico	ATIVIDADE EFUSIVA E ATIVIDADE EXPLOSIVA CONES VULCÂNICOS (Pág. 100)

Aprendizagens essenciais	- Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. - Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.
Conceitos-chave	- Atividade efusiva - Atividades explosiva - Violenta - Piroclastos e nuvens ardentes - Escoadas de lava - Calma - Cones vulcânicos - Magma - Lava
Objetivos	Contruir os dois modelos da atividade vulcânica - Distinguir os diferentes cones vulcânicos a partir das diferentes características do magma - Distinguir atividade efusiva e atividade explosiva

Sumário	Realização de uma atividade prática com recurso a modelação para representar atividade efusiva e atividade explosiva. Realização de um V de Gowin.
----------------	---

Atividade	Descrição	Duração
- Recordar	Com alunos completar uma tabela sobre a viscosidade do magma e resumir a matéria lecionada na aula anterior.	10 minutos
- Modelar	-Atividade de modelação a partir de modelos onde se poderá observar simulações sobre atividade efusiva e atividade explosiva	10 minutos
- Consolidação	Consolidar os conhecimentos a partir da realização de um V de Gowin.	25 minutos
Aula: 45 minutos		

Estratégias	Recursos pedagógicos
- Registo do sumário e fazer a chamada - Realização de uma atividade prática com recurso a modelos para representar atividade efusiva e atividade explosiva. - Realização do segundo V de Gowin.	• PowerPoint ... • Vídeo ... ○ Material ○ Cartão ○ Bicarbonato de sódio ○ Vinagre ○ Corante ○ Glicerina ○ Alumínio • Tecnológicos • Computador • Painel interativo • Pen Drive

Avaliação	TPC
Sumativa • Mapa de conceitos • V de Gowin	

Plano de aula Ciências Naturais 7º Ano			
Aula nº 4/5	Data	20/03/2025	Professor Jorge Fernandes Duração: 90 minutos

Tema organizador	TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Subtema	ESTRUTURA E DINÂMICA INTERNA DA TERRA
Tópico	FORMAÇÃO DE UMA CALDEIRA VULCÂNICA (PÁG. 96)

Aprendizagens essenciais	- Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. - Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.
Conceitos-chave	- Caldeira Vulcânica - Lagoas vulcânicas - Fumarolas - Cones vulcânicos secundários - Atividade efusiva - Atividade Explosiva
Objetivos	Analisar e interpretar a formação de uma caldeira vulcânica - Visualizar e experimentar a formação de uma caldeira vulcânica a partir de um modelo

Sumário	• Visualização de um PowerPoint sobre os tipos de atividade vulcânica. • Exploração do modelo "Formação de uma caldeira vulcânica". • Realização de mapas de conceitos e de um V de Gowin
----------------	---

Atividade	Descrição	Duração
- Recordar	Com alunos completar mapa mental sobre atividade explosiva e atividade efusiva	10 minutos
- Aprender	Visualização e registo no caderno de um PowerPoint sobre atividade efusiva e atividade explosiva. Visualização de vídeos sobre o mesmo tema.	20 minutos
- Consolidação	Consolidação das aprendizagens através de um mapa de conceitos.	10 minutos
- Modelar	-Atividade de modelação a partir de umas modelos sobre a formação de uma caldeira vulcânica.	15 minutos
- Consolidação	Consolidar os conhecimentos a partir da realização de um V de Gowin.	25 minutos
- Consolidação	Consolidação das aprendizagens através de um mapa de conceitos.	10 minutos
Aula: 90 minutos		

Estratégias	Recursos pedagógicos
- Registo do sumário e fazer a chamada - Observação, experimentação e análise do modelo da formação de uma caldeira vulcânica. - Realização do terceiro e quarto mapa de conceitos e do terceiro V de Gowin.	• Manual / Manual digital • PowerPoint • Vídeo • Ficha do mapa de conceitos • Ficha do V de Gowin • Atividade prática • Tecnológicos • Computador • Painel interativo • Pen Drive

Avaliação	TPC
Sumativa: -Avaliação do mapa de conceitos - Avaliação do V de Gowin.	

FIM

Plano de aula			
Ciências Naturais 7º Ano			
Aula nº 5/5	Data	26/03/2025	Professor Jorge Fernandes
Duração: 90 minutos			

Tema organizador	TERRA EM TRANSFORMAÇÃO
Subtema	ESTRUTURA E DINÂMICA INTERNA DA TERRA
Tópico	VULCANISMO SECUNDÁRIO (PÁG. 98)

Aprendizagens essenciais	- Identificar os principais aspetos de uma atividade vulcânica, em esquemas ou modelos, e estabelecendo as possíveis analogias com o contexto real em que os fenómenos acontecem. - Relacionar os diferentes tipos de edifícios vulcânicos com as características do magma e o tipo de atividade vulcânica que lhes deu origem.
Conceitos-chave	- Caldeira Vulcânica - Lagoas vulcânicas - Fumarolas - Cones vulcânicos secundários - Atividade efusiva - Atividade Explosiva
Objetivos	Analisar e interpretar o vulcanismo secundário - Visualizar os vários tipos de vulcanismo secundário

Sumário	• Visualização de um PowerPoint sobre os tipos de atividade vulcânica. • Realização de mapas de conceitos.
---------	---

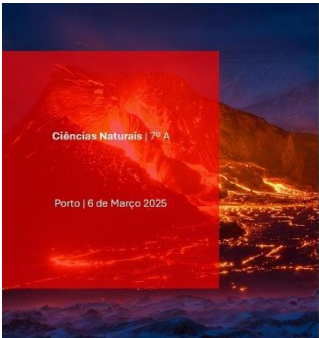
Atividade	Descrição	Duração
- Recordar	Com alunos completar mapa mental sobre atividade explosiva e atividade efusiva	10 minutos
- Aprender	Visualização e registo no caderno de um PowerPoint sobre vulcanismo secundário. Visualização de vídeos sobre o mesmo tema.	40 minutos
- Consolidação	Consolidação das aprendizagens através de um mapa de conceitos.	10 minutos
- Snapshot	Realização de um <i>Snapshot</i>	30 minutos
Aula: 90 minutos		

Estratégias	Recursos pedagógicos
- Registo do sumário e fazer a chamada - Realização do quinto mapa de conceitos.	• Manual / Manual digital • PowerPoint • Vídeo • Ficha do mapa de conceitos • Ficha do V de Gowin • Atividade prática Tecnológicos • Computador • Painel interativo • Pen Drive

Avaliação	TPC
Sumativa: -Avaliação do mapa de conceitos	

FIM

Apêndice 4. PowerPoint



Ciências Naturais | 7º A

Porto | 6 de Março 2025

Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada em Modelos no 7º ano em Ciências Naturais:

Vulcanismo





6 de Março, 2025

Sumário

- Apresentação do tema vulcanismo.
- Edifício vulcânico e os produtos da atividade vulcânica.
- Construção do primeiro mapa de conceitos.

Conceções sobre vulcões a partir de desenhos

Duração: 15 minutos





Vulcões

Um vulcão é uma abertura na superfície da Terra por onde são expelidos materiais originados a partir do magma

Vulcão Etna, Sicília, Itália.



Eyjafjallajökull – Islândia
1 666 metros



Sakurajima – Japão
1 117 metros



Kilauea – Havai
1 247 metros



Vesúvio – Itália
1 281 metros



Mauna Loa – Havai
4 169 metros



Monte Nyiragongo – Congo
3 470 metros

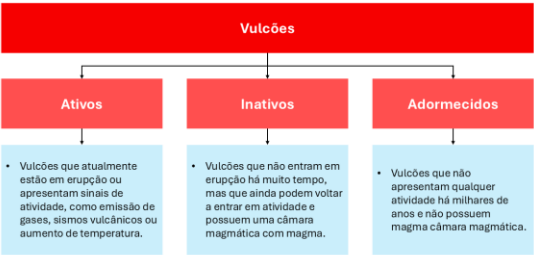


Vulcão Pico – Açores
2 351 metros



Popocatepetl – México
5 426 metros

Vulcões



Materiais expelidos pelos vulcões

Gases vulcânicos – Mistura de gases constituída essencialmente por vapor de água, dióxido de carbono e dióxido de enxofre.



Material sólido - Piroclastos – Fragmentos de rocha sólida expelidos durante a erupção.

Material líquido - Lava – Material rochoso parcial ou totalmente fundido, originado a partir do magma.



Diferentes aspetos da lava



Aspeto de corda



Com superfície rugosa

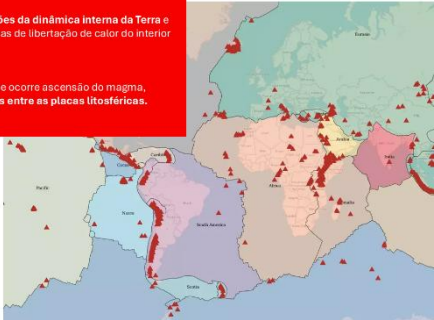


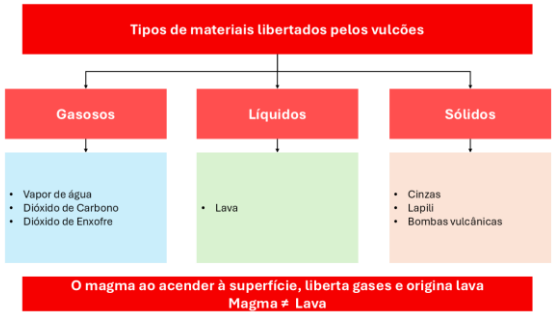
Com forma de almofada

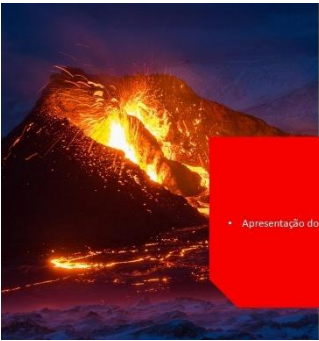
Erupção subaérea **Erupção subaquática**

Os vulcões são manifestações da dinâmica interna da Terra e são uma das principais formas de libertação de calor do interior do planeta

Localizam-se nos locais onde ocorre ascensão do magma, maioritariamente nos limites entre as placas litosféricas.



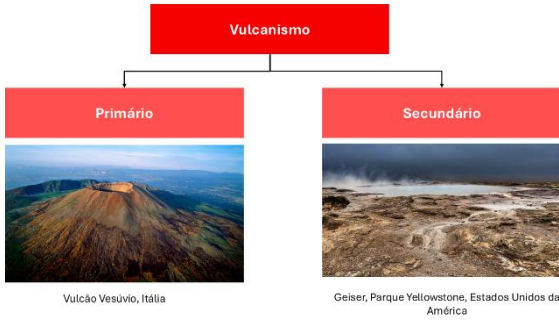




6 de Março, 2025

Sumário

- Apresentação do tema atividade efusiva e explosiva



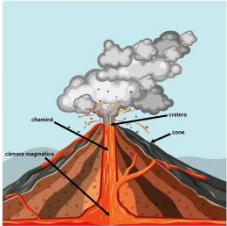
Vulcanismo Primário – Edifício Vulcânico

Cratera vulcânica – Abertura por onde são expelidos os materiais vulcânicos

Cone vulcânico – Estrutura habitualmente de forma cônica formada pela acumulação de materiais vulcânicos

Chaminé vulcânica – Canal por onde ascende o magma até ao exterior

Câmara magmática – Local no interior da Terra onde se acumula o magma



Fim

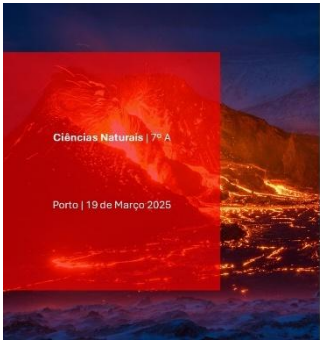


Atividade Efusiva

Cone baixo e largo na base, com vertentes suaves (vulcão em escudo)



Vulcão Hekla – 1 491 metros



Ciências Naturais | 7º A

Porto | 19 de Março 2025

Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada em Modelos no 7º ano em Ciências Naturais:

Vulcanismo

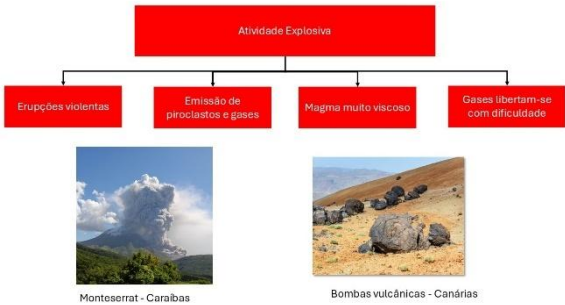




Vulcão em escudo, Mauna Kea, Hawaii



Pompeia, Itália, 79 d. C

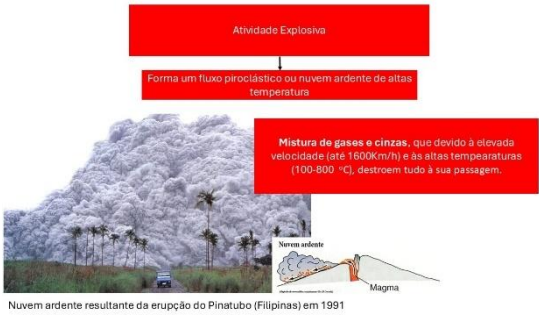


Monte Pelée, Martinica, 2 de Maio de 1902



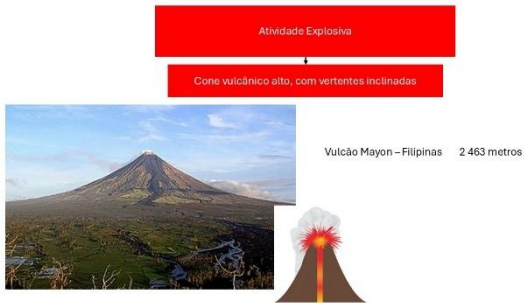
Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada em Modelos no 7º ano em Ciências Naturais:

Vulcanismo



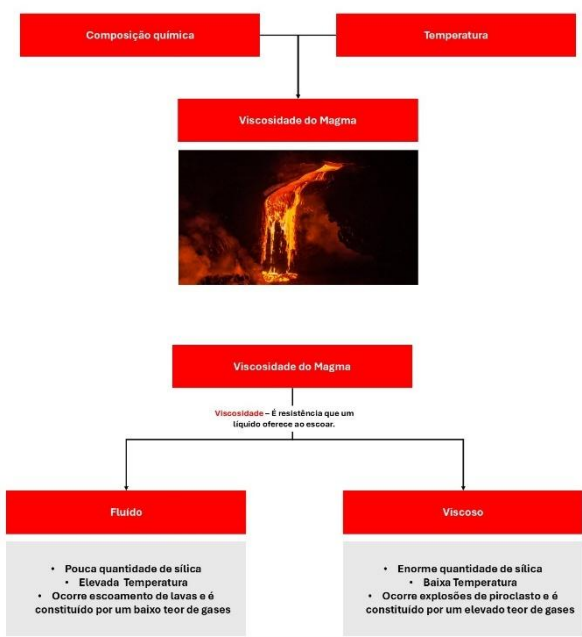
13 de Março, 2025 Sumário

- Realização de uma atividade prática sobre a viscosidade do magma
- Elaboração de um mapa de conceitos e de um V de Gowin



Como é que o magma se comporta?





Revisão – Formação da Caldeira vulcânica

Caldeira vulcânica – depressão formada devido ao colapso do cone vulcânico

1 Ao longo do tempo ocorrem erupções vulcânicas;

2 A câmara magmática vai-se esvaziando;

3 O cone vulcânico torna-se instável por falta de apoio e colapsa;

4 Forma-se uma depressão. A água da chuva preenche a caldeira originando uma lagoa.



formação de uma caldeira vulcânica e Lagoa do Fogo

Vulcanismo secundário

Manifestações de vulcanismo secundário ou residual

caracterizam-se pela ocorrência de nascentes termais, fumarolas, geiseres (libertação de gases e/ou água a temperaturas elevadas).

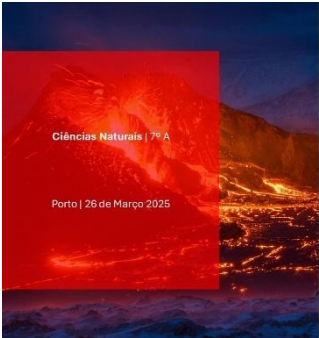


Estes processos geológicos podem ocorrer antes ou depois de uma erupção vulcânica, ou que podem manifestar-se em zonas onde o vulcanismo primário já está considerado extinto, mas onde continua a existir uma fonte de calor em profundidade.

V de Gowin – Atividade prática

De que forma a composição química influencia a viscosidade do magma?





Ciências Naturais | 7º A

Porto | 26 de Março 2025

Ensino Orientado para Aprendizagem Baseada em Modelos no 7º ano em Ciências Naturais:

Vulcanismo



26 de Março, 2025

Sumário

Vulcanismo Secundário e riscos e benefícios da atividade vulcânica. Realização de um mapa de conceitos.

Vulcanismo secundário ou residual

Nascente termal

Fumarola

Geíser

Vapor de Água

Caldeira do Asmodau, nas Furnas, S. Miguel, Açores

Vulcanismo secundário ou residual

Nascente termal

Geíser

Repuxo intermitente de água em ebulição.

Geíser, Islândia



Vantagens do vulcanismo

Uma erupção vulcânica pode causar muitos **danos humanos e materiais**.

Por exemplo, a erupção do vulcão dos Capelinhos em 1957, na ilha do Faial, não causou vítimas mortais, mas provocou inúmeros estragos materiais na ilha. Como consequência da erupção, cerca de 40% da população ativa do Faial **emigrou** para os EUA, alterando drasticamente a demografia da ilha.



Vantagens do vulcanismo

Turismo



- As regiões vulcânicas são normalmente locais turísticos muito procurados pela sua **beleza natural**.

Vantagens do vulcanismo

Agricultura



- Os solos são **muito férteis**, devido à acumulação de cinzas expelidas nas erupções vulcânicas ricas que são ricas em nutrientes e permitem a retenção de água no solo.

Vantagens do vulcanismo

Aproveitamento da energia geotérmica



- Em certas regiões vulcânicas, é possível utilizar o **calor do interior da Terra** (energia geotérmica) para **produção de energia elétrica e aquecimento de água**.

Vantagens do vulcanismo

Aproveitamento da energia geotérmica



Vantagens do vulcanismo

Saúde – aproveitamento para fins medicinais.



- As águas termais (com origem nas nascentes termais) e as cinzas vulcânicas podem ser utilizadas em tratamentos medicinais.

Vantagens do vulcanismo



Vantagens do vulcanismo

Recolha de informações sobre o interior do nosso planeta, contribuindo para o avanço do conhecimento científico.

Os fenómenos vulcânicos primários e secundários constituem uma forma direta de aceder a materiais que se encontram no interior da geosfera.



Medidas de prevenção e de educação das populações

Plano de evacuação

- Educar as populações sobre como proceder em caso de erupção vulcânica.
- Deixar um plano que permita a evacuação rápida da população afetada

Sistema de alarme

- Instalar um sistema que permita avisar rapidamente as populações em caso de uma erupção vulcânica iminente.

Estruturas de proteção

- Construir estruturas que direcionem a lava para locais afastados das zonas habitacionais

Ordenamento do território

- Evitar construções em zonas de risco vulcânico conhecido, tais como locais onde tenham ocorrido escoadas de lava anteriores.



Monitorização da atividade vulcânica

Gases vulcânicos

A deteção de alterações na composição dos gases pode indicar mudança de comportamento do vulcão. A monitorização é feita através da recolha de amostras para análise em laboratório.

Sismos de origem vulcânica

Os fenómenos vulcânicos podem originar sismos. Um aumento súbito da atividade sísmica na região pode indicar uma erupção vulcânica iminente. A monitorização é feita através de sismógrafos nas proximidades do vulcão.

Forma do edifício vulcânico

As movimentações de magma podem provocar alterações na forma do vulcão. A monitorização é feita no solo utilizando inclinómetros, instrumentos que medem as deformações no terreno, ou a distância utilizando sistemas de GPS.



Fim



Apêndice 5. Vês de Gowin

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

V de Gowin | Ciências Naturais - 7ªA

Nome: _____ nº _____

Professor: Jorge Fernandes

de março de 2025

Classificação: _____

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Durante uma erupção vulcânica, diversos materiais são expelidos. Os materiais sólidos, como os piroclastos, materiais líquidos, como a lava e materiais gasosos, como o CO₂. O comportamento da lava pode variar consoante determinadas propriedades, sendo uma das mais relevantes a viscosidade, que corresponde à resistência de um fluido ao escoamento. Esta característica influencia significativamente o tipo de uma erupção vulcânica, determinando se será mais explosiva ou efusiva.

PRINCÍPIOS

- A composição química do magma afeta a viscosidade.
- Magmas ricos em sílica são mais viscosos.
- Magmas pobres em sílica são mais fluidos.
- A temperatura é um dos fatores que influencia a viscosidade do magma.
- Quanto maior a temperatura, menor a viscosidade do magma.
- Quanto menor a temperatura, maior a viscosidades do magma.
- A viscosidade do magma determina o tipo de erupção

Palavras-chaves: Gasosos; Viscosidade; Menor; Temperatura; Lava; Fluidos; Piroclastos; Ricos; Viscosidade;

CONCEITOS: Litosfera; Vulcanismo; Vulcões; Magma; Viscosidade; Composição química; Temperatura; Câmara magmática; Cratera; Cone vulcânico; Erupções vulcânicas; Atividade vulcânica; Lava;

PROCEDIMENTO

1. Num tabuleiro, dividir em três segmentos com 0 cm, 10 cm e 20 cm.
2. Identificar em cada tina as letras A, B e C.
3. Colocar em cada tina 5 colheres de sopa de Ketchup.
4. Na tina B colocar 2 colheres de açúcar e na tina C colocar 4 colheres de açúcar e agitar cada mistura com a sua própria colher.
5. Colocar uma colher de sopa de cada mistura na posição 0 centímetros e colocar o cronómetro no tempo 0.
6. Registrar o tempo da mistura nas posições 10 centímetros e 20 centímetros.

QUESTÃO-CENTRAL

De que forma a composição química influencia a viscosidade do magma?

JUÍZOS DE VALOR

O ketchup representa: magma
O açúcar representa: sílica
A velocidade simula: viscosidade/fluidez do magma

CONCLUSÕES

(Resposta(s) às questões centrais)

Tópico 1 - A composição química do magma é um fator determinante na sua viscosidade.

Tópico 2 - Magmas com elevado teor de sílica apresentam uma maior viscosidade, dificultando o escoamento da lava.

Tópico 3 - Magmas com baixo teor de sílica são menos viscosos, permitindo um escoamento mais rápido de lavas.

TRANSFORMAÇÕES

FASE	Tubo A (sem açúcar)	Tubo B (1 colher de açúcar)	Tubo C (2 colheres de açúcar)
	Tempo	Tempo	Tempo
0 cm	0 segundos	0 segundos	0 segundos
10 cm	11,55 segundos	46 segundos	1 minutos e 43 segundos
20 cm	3 minutos e 55 segundos	10 minutos e 42 segundos	11 minutos e 50 segundos

REGISTOS

(Descrição dos resultados obtidos)

O tubo A, percorreu a maior distância num curto espaço de tempo. A medida que o açúcar foi adicionado verificou-se um aumento de viscosidade e uma redução da velocidade e distância percorrida.

0 cm

10 cm

20 cm

Fase inicial

0 cm

10 cm

20 cm

Fase intermédia

0 cm

10 cm

20 cm

Fase final

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FCUP

UNIVERSIDADE DE LISBOA

V de Gowin | Ciências Naturais - 7ªA

Nome: _____ nº _____

Professor: _____

de março de 2024

Classificação: _____

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 10 pontos

A atividade vulcânica é um fenómeno geológico que ocorre devido à ascensão do magma proveniente do manto até à superfície. O vulcanismo pode apresentar dois tipos de erupção: explosivo e o efusivo.

PRINCÍPIOS 20 pontos

- A viscosidade do magma pode classificar-se quanto à viscosidade em: magma viscoso e um magma fluido;
- A atividade explosiva caracteriza-se por ter um magma muito viscoso provocando erupções violentas e repentinas;
- A atividade efusiva ocorre quando o magma possui uma baixa viscosidade provando uma erupção calma e escoadas de lava;
- Os produtos da atividade explosiva podem ser piroclastos como cinzas, lapillis, bombas e pode ocorrer nuvens ardentes;
- Os produtos da atividade efusiva podem ser escoadas de lava;

Palavras-chaves: Escoadas de lava; fluido; violentas; baixa viscosidade; Calma; Cinzas; Explosivo; Bombas; Muito viscoso; Efusivo; Lapillis; Viscoso

CONCEITOS: Litosfera; Vulcanismo; Vulcões; Caldeira vulcânica; Câmara magmática; Chaminé vulcânica; Cratera; Cone vulcânico; Erupções vulcânicas; Atividade vulcânica; Lava; Gases; Piroclastos.

PROCEDIMENTO

1. No modelo de vulcão em forma de escudo, adicionar uma colher de sopa de bicarbonato de sódio no recipiente inserido no modelo e, em seguida, misturar algumas gotas de corante vermelho no vinagre.
2. Verter a mistura de vinagre e corante no recipiente do modelo do vulcão e observar a reação química.
3. No modelo de vulcão com cone alto, colocar uma colher de sopa de areia no recipiente metálico, adicionar uma colher de permanganato de potássio sobre a areia e depor fitas de magnésio por cima.
4. Por fim, adicionar algumas gotas de glicerina líquida sobre as fitas de magnésio e observar a reação resultante.

QUESTÃO-CENTRAL

Como as características do magma influencia o tipo de atividade e a forma do cone?

JUÍZOS DE VALOR 10 pontos

Vulcão de cone baixo e largo resulta em: escoadas de lava
Vulcão de cone alto e estreito resulta na acumulação de: piroclastos
Atividade com o vinagre e o bicarbonato de sódio simulam uma erupção: efusiva
Atividade com o permanganato de potássio e a fitas de magnésio simulam uma erupção: explosiva

CONCLUSÕES 20 pontos

(Resposta(s) às questões centrais)

T1 – Sim, o magma influencia o tipo de atividade e a forma do cone.

T2 – Magma fluido forma cone baixo e largo e provoca uma erupção efusiva.

T3 – Magma viscoso forma um cone alto e flancos inclinados com uma base menor e provoca uma erupção explosiva.

TRANSFORMAÇÕES 20 pontos

Erupção	Cone vulcânico	Tipo de atividade	Produtos emitidos	Viscosidade do magma
I	Baixo e largo	Efusiva	Escoadas de Lava	Fluido
II	Alto e estreito	Explosiva	Piroclastos	Viscoso

REGISTOS 20 pontos

(Descrição dos resultados obtidos)

Desenha e legenda o cone vulcânico e os produtos emitidos de cada atividade vulcânica:

Escoadas de lava

Cone baixo e largo

Piroclastos

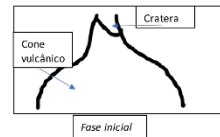
Cone alto e estreito

Nome:

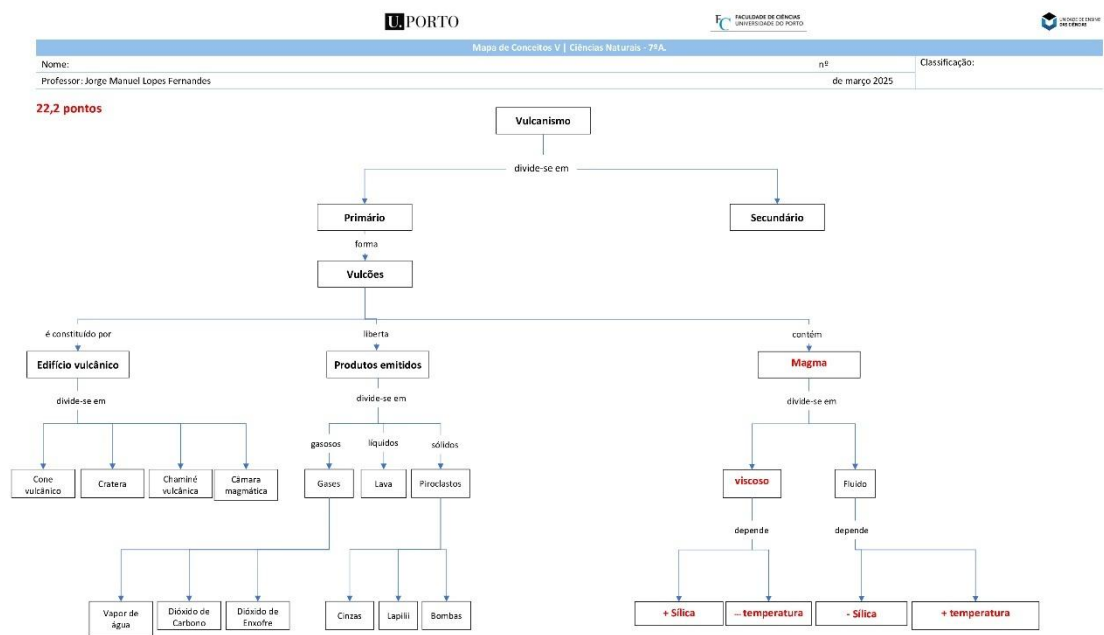
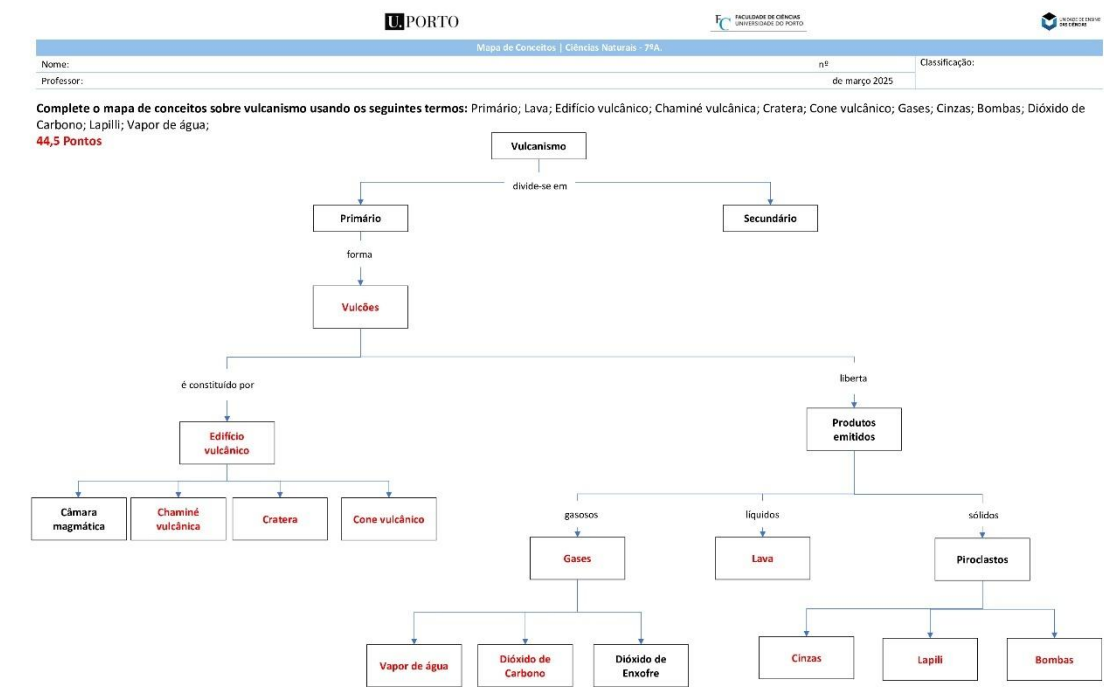
Professor: Jorge Manuel Lopes Fernandes

1. Encher o balão de ar, apertar para que não saia ar e colocar em cima do tabuleiro.
2. Cobrir o balão com areia húmida, simulando um cone vulcânico.
3. Com cuidado, com um bisturi arrebentar o balão.
4. Observar a estrutura formada e complete o V de Gowin.

(Descrição dos resultados obtidos)

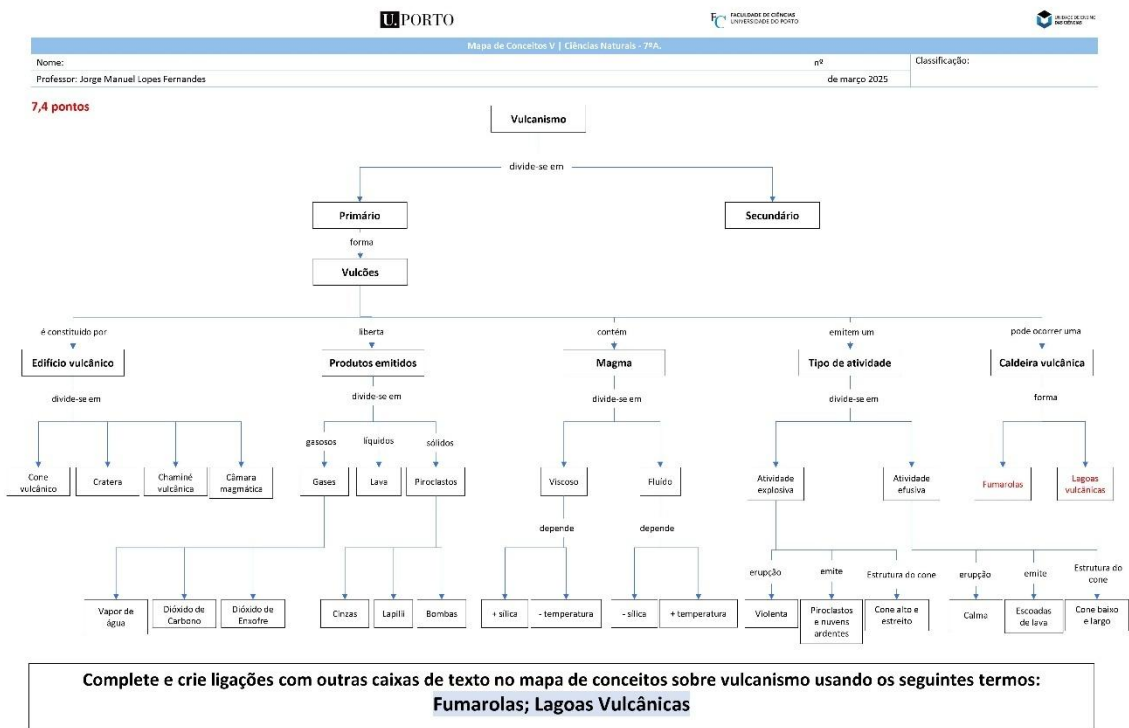
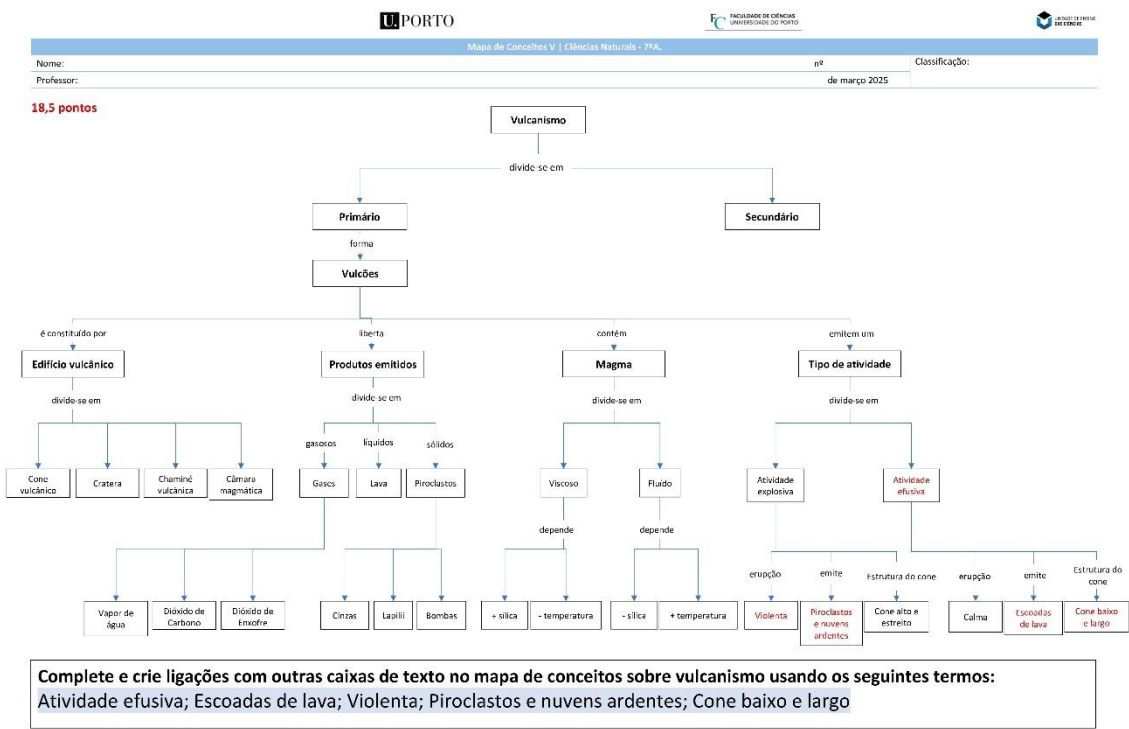


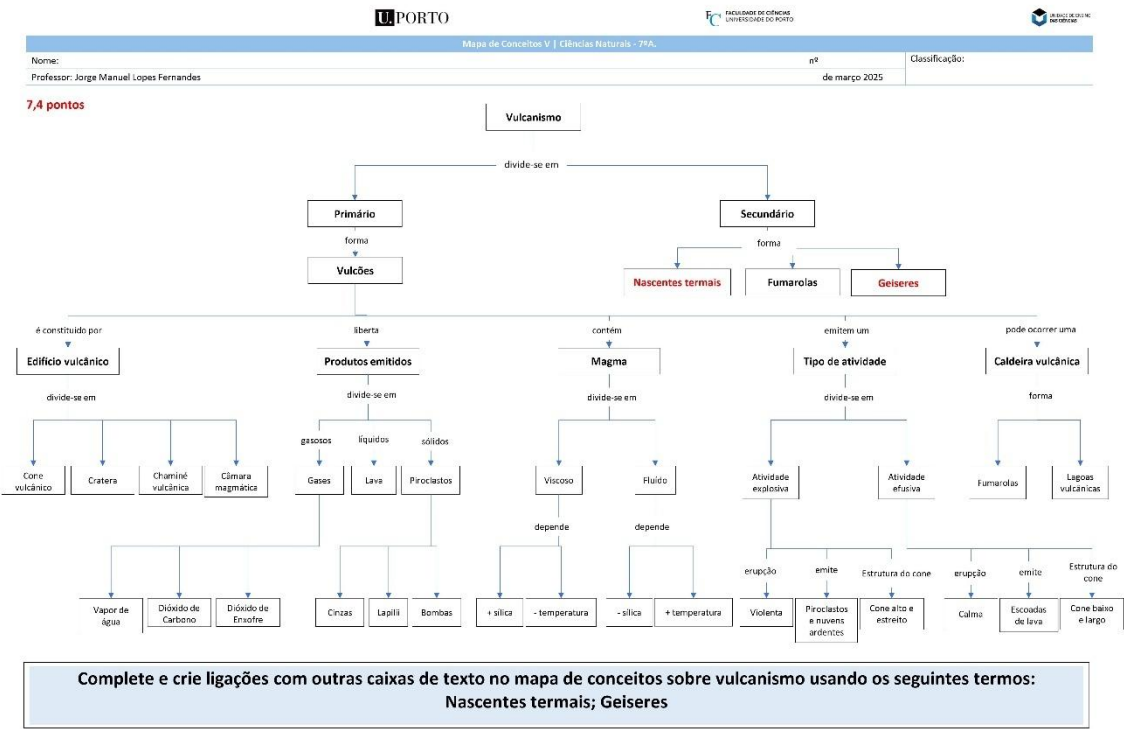
Apêndice 6. Mapas de conceitos



Complete e crie ligações com outras caixas de texto no mapa de conceitos sobre vulcanismo usando os seguintes termos:

Magma; - Sílica; --- temperatura; + temperatura; + Sílica; viscoso





Complete e crie ligações com outras caixas de texto no mapa de conceitos sobre vulcanismo usando os seguintes termos:

Nascentes termais; Geiseres

Apêndice 7. Relatório *Snapshot*



Snapshot | Como se forma uma caldeira vulcânica? Modelos para o ensino no 7.º ano de escolaridade

Ciências Naturais – 7.º ano

Professor Estagiário Jorge Manuel Lopes Fernandes

Nome: _____

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

Snapshot

1. Antes de participares na atividade com os modelos dos vulcões, já tinhas experiência com a utilização de modelos na sala aula?

1 - Sim | 2 - Não

2. Classifica as aulas com utilização de modelos quando aos seguintes parâmetros:

- 2.1. Quão confortável te sentiste com o uso dos modelos dos vulcões na sala de aula?

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

- 2.2. Em que medida achas que o uso de modelos ajudou a despertar o teu interesse pelo vulcanismo?

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

- 2.3. Em que medida considera que este recurso educativo (uso de modelos de vulcões) te motivou a aprender em comparação com os métodos de ensino tradicionais?

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

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

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

3. O que achaste da experiência de utilizar os modelos como recurso educativo? Escreve:

Atividade que mais gostaste: _____

O principal desafio: _____

Um aspeto que sugerias para melhorar:

Obrigado!

Apêndice 8. Grelha de avaliação

Alunos	MC1		MC2		MC3		MC4		MC5		TOTAL
	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	
1	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
2	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
3	12	44,5	6	22,2	4	14,8	2	7,4	2	7,4	96,3
4	10	37,1	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	92,6
5	12	44,5	4	14,8	5	18,5	2	7,4	2	7,4	92,6
6	12	44,5	6	22,2	3	11,1	2	7,4	2	7,4	92,6
7	5	18,5	3	11,1	5	18,5	2	7,4	2	7,4	62,9
8	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
9	0	0,0	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	55,5
10	10	37,1	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	92,6
11	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
12	9	33,4	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	88,9
13	12	44,5	4	14,8	5	18,5	2	7,4	2	7,4	92,6
14	9	33,4	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	88,9
15	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
16	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
17	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0
18	12	44,5	6	22,2	5	18,5	2	7,4	2	7,4	100,0

V Gowin 1												TOTAL VG1
FT		P		R		T		C		JV		
Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	2	13,3	3	10,0	93,3
3	10,0	6	20,0	4	13,3	9	20,0	2	13,3	3	10,0	86,6
0	0,0	3	10,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	66,6
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6
3	10,0	5	16,7	3	10,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	73,3
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6
3	10,0	5	16,7	3	10,0	9	20,0	0	0,0	2	6,7	63,3
3	10,0	6	20,0	4	13,3	8	17,8	1	6,7	3	10,0	77,7
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	2	13,3	2	6,7	90,0
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6
3	10,0	5	16,7	3	10,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	73,3
3	10,0	6	20,0	3	10,0	9	20,0	2	13,3	3	10,0	83,3
3	10,0	6	20,0	3	10,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	76,6
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6
3	10,0	6	20,0	3	10,0	7	15,5	0	0,0	3	10,0	65,5
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	2	6,7	83,3
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6
3	10,0	6	20,0	6	20,0	9	20,0	1	6,7	3	10,0	86,6

V Gowin 2												TOTAL VG2
FT		P		R		T		C		JV		
Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	3,5	8,8	98,7
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	3,5	8,8	98,7
0	0,0	0	0,0	2	6,7	8	20,0	1	6,7	1	2,5	35,8
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	4	10,0	100,0
2	10,0	10	20,0	4	13,3	7	17,5	3	20,0	4	10,0	90,8
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
2	10,0	6	12,0	4	13,3	4,5	11,3	1	6,7	2	5,0	58,2
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	4	10,0	100,0
2	10,0	10	20,0	4	13,3	8	20,0	3	20,0	4	10,0	93,3
2	10,0	10	20,0	4	13,3	8	20,0	3	20,0	4	10,0	93,3
2	10,0	10	20,0	2	6,7	8	20,0	3	20,0	4	10,0	86,7
2	10,0	8	16,0	4	13,3	7	17,5	3	20,0	4	10,0	86,8
0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,0
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	4	10,0	100,0
2	10,0	9	18,0	4	13,3	8	20,0	3	20,0	4	10,0	91,3
2	10,0	10	20,0	2	6,7	8	20,0	3	20,0	4	10,0	86,7
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	4	10,0	100,0
2	10,0	10	20,0	6	20,0	8	20,0	3	20,0	4	10,0	100,0

V Gowin 3												TOTAL VG3
FT		P		R		T		C		JV		
Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	Espaços	Nota	
3	10,0	3	20,0	6	20,0	5	14,3	2	20,0	4	10,0	94,3
3	10,0	3	20,0	6	20,0	4	11,4	1	10,0	4	10,0	81,4
3	10,0	3	20,0	2	6,7	0	0,0	1	10,0	1	2,5	49,2
3	10,0	3	20,0	5	16,7	4	11,4	1	10,0	1	2,5	70,6
3	10,0	3	20,0	4	13,3	4	11,4	0	0,0	0	0,0	54,8
3	10,0	3	20,0	2	6,7	5	14,3	1	10,0	0	0,0	61,0
3	10,0	3	20,0	2	6,7	0	0,0	0	0,0	0	0,0	36,7
3	10,0	3	20,0	2	6,7	3	8,6	2	20,0	1	2,5	67,7
3	10,0	3	20,0	3	10,0	0	0,0	0	0,0	1,5	3,8	43,7
3	10,0	3	20,0	6	20,0	3	8,6	1	10,0	1	2,5	71,1
3	10,0	3	20,0	3	10,0	5	14,3	1	10,0	2	5,0	69,3
2	6,6	3	20,0	0	0,0	2	5,7	1	10,0	1	2,5	44,9
3	10,0	3	20,0	3	10,0	4	11,4	2	20,0	1	2,5	73,9
3	10,0	3	20,0	5	16,7	5	14,3	1	10,0	3	7,5	78,4
3	10,0	3	20,0	2	6,7	5	14,3	2	0,0	1	2,5	53,5
2	6,6	2	13,4	3	10,0	2	5,7	1	10,0	1	2,5	48,2
3	10,0	3	20,0	6	20,0	6	17,2	2	20,0	1	2,5	89,6
3	10,0	3	20,0	6	20,0	4	11,4	2	20,0	1	2,5	83,9

Snapshot				
1	2.1	2.2.	2.3	2.4
2	3	3	4	4
2	4	5	4	5
2	4	4	5	5
2	3	5	4	4
2	4	5	5	4
2	4	4	4	4
2	5	5	5	5
2	5	3	5	5
1	5	5	5	5
2	5	5	5	5
2	3	4	4	4
2	5	3	5	4
2	5	5	5	5
2	5	5	5	4
2	4	5	5	5
2	4	5	4	4
2	4	3	4	4
1	4	5	4	4