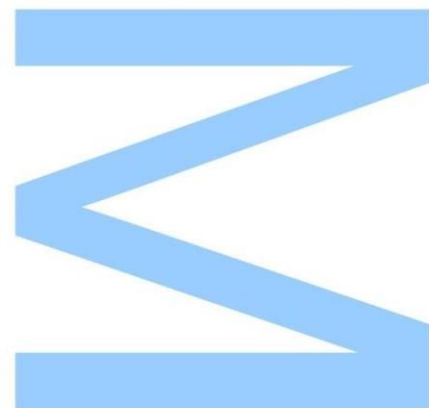




Vulcanismo nos Açores e os seus impactes nos ecossistemas: um Ensino Baseado em Casos

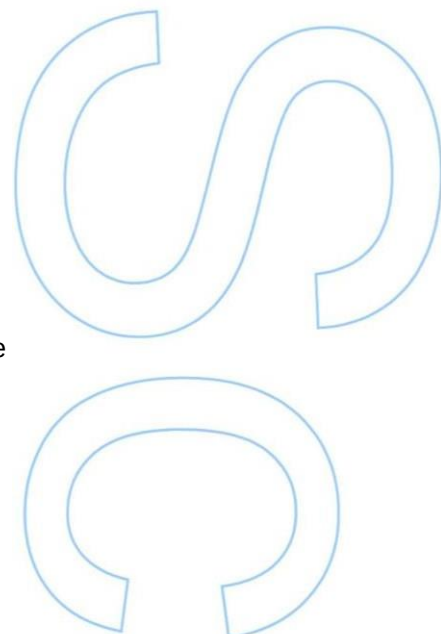


Mariana Fernandes Pimenta de Melo

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento de Território
2020

Orientadores

Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

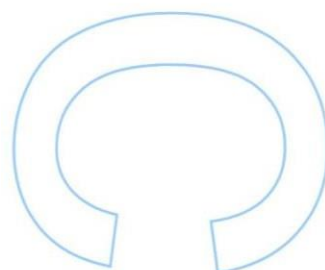
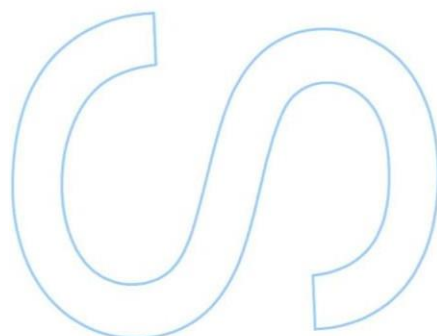
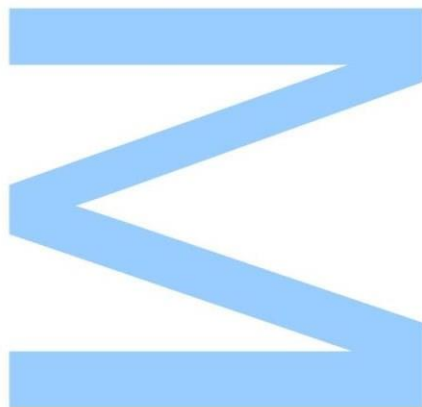




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____ / ____ / ____



Agradecimentos

Este documento é dedicado a todos aqueles que colaboraram para a concretização deste ciclo, por mais pequena que tenha sido a sua contribuição.

Agradeço, primeiramente, aos orientadores científicos, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, pela disponibilidade, orientação, apoio e oportunidades de aprendizagem que proporcionaram durante estes dois anos letivos.

À orientadora cooperante, Professora Alexandra Tabuaço, um exemplo de profissionalismo, simpatia, bondade, entreatajuda, e tantos outros bons exemplos daquilo que é um bom professor, que levarei como guia para o meu futuro. Uma amiga com quem posso contar e, principalmente, por ser A Madrinha.

Ao meu colega de estágio, o Fábio, porque tenho a certeza de que sem ele esta experiência não teria sido tão boa e, provavelmente, este documento não seria o mesmo. Por todas as horas que passamos juntos, durante estes três anos, em que me ensinou tanto, não só em conceitos científicos, como também conceitos da vida. Se fosse possível, gostaria imenso de voltar a trabalhar com ele. A todos os meus colegas de mestrado, desde os mais recentes até aos mais antigos, mas em especial ao Bernardo, à Beatriz, à Lúcia e à Cláudia.

Aos meus amigos, que sabem que alguém no mundo faz anos hoje e com quem ainda há muito que viver, por todo o apoio que me dão, mesmo quando sou o terror da vida deles. Aos meus colegas que passaram horas comigo nos jardins do planetário ou àqueles que estiveram no bar ou na sala dos pcs, por tudo o que partilhamos e pelos conselhos que foram dados. À Mami, por me dar gelados e me aturar. À Donai, por me ter acompanhado um ano inteiro em Geologia. Às minhas amigas mais antigas e random, Maria, Ana e Dora, por serem exemplos de que devemos lutar pelo que queremos e que nunca é tarde para mudar o rumo da nossa vida. Ao Bruno, pelo conforto que me faz sentir para partilhar tudo da minha vida.

À Moutcha, por ser a melhor pessoa que a faculdade me deu, pelo seu amor que só nós compreendemos. À Pereira, por estar comigo nesta viagem universitária desde antes da candidatura, e por me obrigar a trabalhar quando me desleixo. Ao Xavier, por me alegrar praticamente todos os dias com fotos e vídeos dos seus gatos.

Aos meus pais, por me terem educado, com amor e apoio incondicional, mesmo quando achavam que o que eu queria se calhar não era o que eles achavam que eu

queria realmente, e por todo o seu trabalho para que alcançasse o que alcancei. A maior parte das decisões que tomei foram para vos orgulhar. À minha irmã e ao Pedro, pelos conhecimentos que partilhamos sobre todas as coisas da vida, e pelo apoio que sei que me dão. Ao resto da minha família, por serem um exemplo de pessoas trabalhadoras, e em especial à Vozinha e à Titi, por todo o tempo que dedicaram a mim durante o meu crescimento e por toda a educação que me deram.

Ao meu avô Melo, que esteve comigo e me educou quase todos os dias da minha vida até ao fim da sua. À minha tia Olga, por me ter mostrado o que é ser uma mulher forte e independente. À Sofia, que me mostrou que nunca devemos desistir dos nossos sonhos. Gostava muito que me tivessem visto a cruzar esta meta.

Resumo

Nos dias de hoje, vive-se num período de grande desenvolvimento científico e tecnológico, que tem influência na sociedade e que é influenciado por esta. Assim sendo, a escola deve tornar-se capaz de preparar os alunos para enfrentarem os novos desafios do quotidiano, proporcionando, para além de aprendizagens de conhecimentos factuais, o desenvolvimento de competências elementares à sociedade do século XXI.

A metodologia de Ensino Baseado em Casos proporciona aos alunos um ambiente de aprendizagem que permite o desenvolvimento dessas competências, tal como a análise, avaliação e discussão acerca de certas situações. Desta forma, torna-se importante a realização de estudos que avaliem a forma como esta metodologia de ensino pode ser usada na abordagem dos conteúdos curriculares e quais os resultados que produz em termos de aprendizagens, nos alunos. Então, nesse sentido, o presente estudo foi realizado, com o objetivo de avaliar se o Ensino Baseado em Casos auxilia a compreensão de conteúdos conceituais relacionados com os temas Vulcanismo e Ecossistemas e na aquisição de atitudes.

A investigação foi realizada com uma amostra de 22 alunos do 10º ano de escolaridade, de uma escola da cidade do Porto. O estudo apoiou-se em técnicas do método qualitativo, como o inquérito por questionário e a análise de documentos, através de um mapa de conceitos elaborado.

Os resultados obtidos demonstraram a eficácia do Ensino Baseado em Casos no desenvolvimento de conhecimento conceitual sobre o tema abordado e de competências fundamentais para a vida em sociedade no século XXI.

Esta investigação constitui um bom indicador das potencialidades da metodologia educativa aplicada, tanto na compreensão de conteúdos conceituais, como no desenvolvimento de competências à sociedade do século XXI.

Palavras-chave: Ensino Baseado em Casos; Vulcanismo; Ecossistemas; Andossolos; Mapas de Conceitos Elaborados.

Abstract

Nowadays, we live in a period of great scientific and technological development, which has an influence on society and is influenced by it. Therefore, the school must become capable of preparing students to face the new challenges of everyday life, providing, in addition to learning of factual knowledge, the development of elementary skills for 21st century society.

Case-Based Teaching methodology provides students with a learning environment that allows the development of skills, such as analysis, evaluation and discussion about certain situations. Thus, it is important to carry out studies that assess how this teaching methodology can be used in the approach to curriculum content and what results it produces in terms of learning, in the students. So, in this sense, the present study was carried out, with the objective of evaluating if Case-Based Teaching helps the understanding of conceptual contents related to the themes Volcanism and Ecosystems and in the acquisition of attitudes.

The investigation was carried out with a sample of 22 students from the 10th grade, from a school in the city of Porto. The study was supported by techniques of the qualitative method, such as questionnaire survey and document analysis, through an improved concept map.

The results obtained demonstrated the effectiveness of Case-Based Teaching in the development of conceptual knowledge on the topic addressed and fundamental skills for life in society in the 21st century.

This investigation is a good indicator of the potential of the applied educational methodology, both in the understanding of conceptual contents, as well as in the development of skills for 21st century society.

Keywords: Case-Based Teaching; Volcanism; Ecosystems; Andosols; Improved Concept Maps.

Índice

Agradecimentos.....	IV
Resumo.....	VI
Abstract.....	VII
Lista de tabelas.....	Erro! Marcador não definido.
Lista de figuras.....	XI
Lista de abreviaturas.....	XI
Capítulo 1. Introdução	1
1.1 Contextualização da investigação	1
1.2 Problema e objetivos.....	5
1.3 Organização do Relatório de Estágio.....	5
Capítulo 2. Enquadramento Teórico.....	6
2.1 Enquadramento científico.....	7
2.1.1. Vulcanismo, Andossolos, Ecossistemas	7
2.1.2. O caso açoriano.....	11
2.2 Enquadramento educacional	14
Capítulo 3. Metodologia da Investigação.....	16
3.1 Classificação da Investigação.....	16
3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	17
3.2.1. Mapas de conceitos elaborados	18
3.2.2. Inquérito por questionário	19
3.3 Validade de fidelidade dos instrumentos de recolha de dados	22
3.4 Caracterização da amostra	22
Capítulo 4. Programa de Intervenção	23
4.1 Planificação e recursos educativos.....	23
4.2 Aplicação do Programa de Intervenção	25
Capítulo 5. Resultados e Discussão.....	25
5.1 Resultados e discussão relativos ao Mapa de Conceitos Elaborado.....	26

5.2 Resultados e discussão relativos ao Questionário online	27
Capítulo 6. Conclusões	32
6.1 Conclusões Gerais	33
6.2 Limitações da investigação e sugestões para futuras investigações	34
6.3 Implicações da investigação para o desenvolvimento profissional.....	34
Referências Bibliográficas.....	36
Anexo 1. Mapa de conceitos elaborado não preenchido	43
Anexo 2. Caso desenvolvido	44
Anexo 3. Mapa de conceitos elaborado.....	47
Anexo 4. Questionário online	48
Anexo 5. Planificação de aula	51

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Aprendizagens Essenciais estabelecidas para o 10º ano de escolaridade...	3
Tabela 2 - Objetivos do PI	5
Tabela 3 - Questões colocadas, respetivos objetivos e tipo de resposta pedida no questionário.....	20
Tabela 4 - Frequência de preenchimento correto e incorreto do mapa de conceitos elaborado.....	26
Tabela 5 - Frequência de número de conceitos colocados incorretamente (e a respetiva percentagem incorreta do mapa), por mapa incorreto.....	26
Tabela 6 - Domínios para análise das respostas ao questionário e correspondência com as questões do questionário.	27
Tabela 7 - Questões e respetivos indicadores do domínio Científico.	28
Tabela 8 - Frequências de resposta no questionário em relação ao domínio Científico.	29
Tabela 9 - Frequência de respostas relativas ao grau de satisfação dos alunos relativamente à aula.....	30
Tabela 10 - Frequência de respostas relativas ao grau de preferência da Metodologia EBC em relação a aulas expositivas/teóricas.....	30
Tabela 11 – Frequência de respostas em relação ao grau de importância do tema abordado.	31
Tabela 12 - Frequência de respostas em relação ao impacto negativo do Ensino à Distância na aprendizagem dos alunos durante o PI.	31
Tabela 13 – Frequência de respostas à preferência entre aulas presenciais e à distância.	32
Tabela 14 – Frequência de respostas relativamente à existência de melhorias para a aula lecionada.....	32

Lista de figuras

Figura 1 - Erupção central do Klyuchevskaya Sopka (Retirado de Voychuk, 2017)	8
Figura 2 - Erupção fissural do Kilauea (Retirado de USGS Hawaiian Volcano Observatory, 2018).	8
Figura 3 - Enquadramento tectónico do Arquipélago dos Açores e principais estruturas tectónicas presentes. Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; FG - Falha da Glória; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; RT - Rifte da Terceira; TSJ - Transformante de São Jorge (Adaptado de Nunes, 1999, pp.357).	12
Figura 4 - Exemplo de Mapa de Conceitos Elaborado.	19

Lista de abreviaturas

IPP – Iniciação à Prática Profissional

PES - Prática de Ensino Supervisionada

PI - Programa de Intervenção

EOI - Ensino Orientado para a Investigação

EBC - Ensino Baseado em Casos

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta da elaboração e aplicação de um Programa de Intervenção (PI), implementado numa turma do 10º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, durante o ano letivo 2019/2020.

A IPP é a última etapa de um curso de mestrado em formação de professores, apresentando-se como o primeiro contacto entre o docente em formação e a realidade do ambiente escolar, e tendo como objetivos a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de competências científicas e pedagógicas que permitam ao futuro docente enfrentar os novos desafios da educação, inerentes às transformações da sociedade.

A integração do docente em formação com o ambiente escolar permite o desenvolvimento de competências sociais fundamentais a qualquer professor, contribuindo para a sua emancipação. Durante esta etapa, o futuro docente tem, pela primeira vez, a oportunidade de fazer a transposição didática dos saberes aprendidos e de colocar em prática variadas metodologias e estratégias de ensino, avaliando e refletindo acerca da efetividade das suas ações na promoção de ambientes favoráveis à aprendizagem e ao desenvolvimento de competências essenciais ao quotidiano dos alunos.

A atividade profissional deve integrar a avaliação e reflexão acerca das ações educativas, dado que proporciona o melhoramento progressivo dos processos de ensino e aprendizagem. Assim sendo, a IPP possibilitou a realização de uma investigação educacional, permitindo ao futuro docente o desenvolvimento de competências que lhe permitam, futuramente, identificar problemas e conduzir pequenas investigações no sentido de encontrar respostas para os mesmos, melhorando a sua atividade profissional.

1.1 Contextualização da investigação

Com o objetivo de desenvolvimento de atitudes e competências que permitam questionar as práticas educativas vigentes, considera-se que é fundamental, na formação inicial de professores, uma cultura de investigação. É de esperar que os professores não sejam apenas meros executores de currículos definidos previamente,

mas sim decisores, interpretes e gestores críticos de orientações globais, como um professor-investigador (Alarcão, 2001). Para além da conceção de novas teorias educacionais, as investigações em educação também promovem a melhoria das práticas em sala de aula. Ao longo da sua atividade profissional, um professor deve saber pesquisar, analisar e interpretar estudos relacionados com a prática da docência, conseguindo distinguir estudos legítimos e estudos pouco fundamentados. Assim sendo, os professores devem desenvolver competências nesta área desde o início da sua formação, mesmo que não decidam especializar-se na investigação em educação (Gay et al., 2012; Nóvoa, 2017).

Em simultâneo, de acordo com as perspetivas atuais do Ensino Orientado para a Investigação (EOI), o Ensino das Ciências tem como objetivo desenvolver o raciocínio científico, principalmente a aquisição de competências de questionamento e investigação, de forma a preparar os alunos para serem cidadãos realmente intervenientes no mundo e para contribuir para o aumento da sua literacia científica (Cachapuz et al., 2005). Atualmente, o fluxo de informação a que uma pessoa acede é tão vasto e abundante, que novas exigências educacionais são necessárias (Coutinho & Lisboa, 2011). Desta forma, é pertinente uma mudança do papel do professor, passando a ser um mediador da aprendizagem, ao invés de ser um mero transmissor de conhecimento, com recurso a diversas metodologias e estratégias educativas, para motivar e envolver os alunos.

Assim sendo, é relevante um estudo que concilie a abordagem científica a um tema à reflexão sobre o resultado da sua implementação, após o recurso a uma metodologia que não a tradicionalmente utilizada, isto é, uma metodologia que não é apenas expositiva e que promove simultaneamente o desenvolvimento destas competências tanto nos alunos como no professor-investigador. Desta forma, este estudo visa a implementação do Ensino Baseado em Casos (EBC), uma metodologia de ensino centrada nos alunos, com potencial para a promoção do desenvolvimento de competências fundamentais para o século XXI.

Aquando a sua introdução, o EBC revolucionou o ensino, pois tornou o papel do aluno na sala de aula muito mais ativo. O EBC é baseado numa perspetiva socio-construtivista, que descreve o professor como um mediador dos processos de ensino e de aprendizagem e em que os alunos trabalham em grupos, aprendendo com os seus colegas (Vasconcelos & Faria, 2017). Em contraste com a metodologia tradicionalmente usada nas escolas, esta metodologia envolve o uso de diferentes materiais e o aluno é a personagem central do processo de aprendizagem (Williams, 2005). Desta forma,

permite que os alunos aprendam de forma mais ativa, interiorizem conhecimentos, desenvolvam capacidades analíticas e de tomada de decisão, aprendam a lidar com situações controversas e complexas do quotidiano, reforcem a sua autoconfiança e desenvolvam capacidades comunicacionais, ao trabalharem colaborativamente (Erskine et al., 1981).

No caso desenvolvido, foi explorada a temática do vulcanismo nos Açores, apresentando os seus impactes nos ecossistemas do arquipélago. Dado que se trata de um caso que ocorre em Portugal, este poderá, à partida, promover um maior envolvimento por parte dos alunos na sua resolução. Dado que existem tanto impactes positivos como negativos para os ecossistemas e também para a sociedade, este tema potencia discussão e procura de argumentos, que contribuirão para aprendizagens mais significativas e o desenvolvimento de competências.

A temática da investigação encontra-se alinhada com as Aprendizagens Essenciais¹ estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 10º ano de escolaridade (tabela 1). Simultaneamente, a implementação deste PI favorece o desenvolvimento de diversas competências, em consonância com o descrito no Perfil do Aluno para o século XXI (Martins et al., 2017).

Tabela 1 – Adaptado de Aprendizagens Essenciais estabelecidas para o 10º ano de escolaridade

Domínio	Aprendizagens essenciais	Ações estratégicas de ensino orientadas para o perfil do aluno	Descritores do perfil dos alunos
Geologia e métodos	Interpretar situações identificando exemplos de interações entre os subsistemas terrestres.	Rigor, articulação e uso consistente de conhecimentos; seleção, organização e sistematização de informação pertinente;	Conhecedor/ sabedor/ culto/ informado; Criativo; Indagador/ Investigador;
Estrutura dinâmica da geosfera	Explicar (ou prever) características de magmas e de atividade vulcânica	análise de factos, teorias e situações identificando elementos ou dados; formulação de hipóteses	Crítico/ Analítico; Respeitador da diferença;

¹Disponível em
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

	ativa com base na teoria da Tectónica de placas.	e predições face a um fenómeno ou evento; conceção de situações em que determinado conhecimento possa ser aplicado; elaboração de opiniões fundamentadas em factos ou dados de natureza disciplinar e interdisciplinar; aprofundamento de informação; aceitação de pontos de vista diferentes; interrogação sobre o seu próprio conhecimento; apresentação de ideias, questões e respostas, com clareza; autoanálise com identificação de pontos fracos e fortes das suas aprendizagens, numa perspetiva de autoaperfeiçoamento; colaborar com outros, apoiar terceiros em tarefas; organização e realização autónoma de tarefas.	Sistematizador/organizador; Questionador; Participativo/Colaborador; Comunicador; Autoavaliador; Responsável/Autónomo.
	Localizar evidências de atividade vulcânica em Portugal e os seus impactes socioeconómicos (aproveito geotérmico, turístico e arquitetónico).		
Biodiversidade	Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).		

Visto que o presente estudo está incluído num curso de mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, a escolha da temática abordada nesta investigação – Vulcanismo nos Açores e os seus impactes nos ecossistemas – procurou respeitar o requisito da existência de interdisciplinaridade

entre as duas áreas científicas, que decorre naturalmente do próprio caráter holístico e complementar destas duas ciências.

1.2 Problema e objetivos

O desenvolvimento desta pequena investigação procura avaliar o impacto do uso da metodologia de EBC no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, na temática do Vulcanismo e Ecossistemas. De forma a encontrar uma resposta ao problema desta investigação, e com vista à orientação deste PI, foram definidos objetivos concetuais, educacionais e profissionais, que se encontram na tabela 2.

Tabela 2 - Objetivos do PI

Tipologia	Objetivos
Concetuais	- Relacionar os produtos do vulcanismo com o seu impacte nos ecossistemas; - Relacionar os produtos do vulcanismo com a fertilidade dos solos.
Educacionais	- Fomentar o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia educativa aplicada, o EBC, no Ensino de Biologia e de Geologia.
Profissionais	- Aplicar competências no âmbito da Investigação em Educação; - Desenvolver competências profissionais no âmbito da preparação e aplicação da metodologia de EBC; - Promover a emancipação profissional docente através de uma ação participante e reflexiva.

Os objetivos concetuais (tabela 2) propostos neste PI resultam da adaptação das aprendizagens essenciais definidas e apresentadas anteriormente (tabela 1).

1.3 Organização do Relatório de Estágio

O presente documento está estruturado em seis capítulos, descritos pormenorizadamente de seguida. A este documento estão também associados as referências bibliográficas e os apêndices.

O capítulo 1 tem como objetivo fazer uma introdução à investigação desenvolvida, apresentando a contextualização e a problemática da mesma. Neste capítulo são ainda descritos os objetivos a alcançar com o desenvolvimento da investigação.

O capítulo 2 é referente ao enquadramento teórico da investigação. No capítulo é feita uma revisão bibliográfica acerca do vulcanismo, particularmente do vulcanismo nos Açores. Também serão abordados aspetos relativos aos ecossistemas.

O capítulo 3 expõe a metodologia de investigação utilizada neste trabalho, principalmente, a classificação da investigação, a caracterização da amostra e as técnicas e instrumentos de recolha de dados utilizados.

O capítulo 4 é referente ao Programa de Intervenção, onde está descrita a planificação e recursos educativos utilizados, como a aplicação do Programa de Intervenção.

No capítulo 5 são apresentados e analisados os resultados obtidos através da implementação do mapa de conceitos e do questionário aos alunos.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões do estudo, bem como as limitações e dificuldades experienciadas, e, ainda, o contributo desta investigação no desenvolvimento profissional do investigador.

No final são apresentadas as referências bibliográficas, seguindo-se ainda a secção de anexos, que contém os materiais didáticos construídos e os instrumentos de recolha de dados utilizados.

As referências bibliográficas estão de acordo com as normas da *American Psychological Association* (APA) (7ª Edição), tendo sido tomada em conta a atualidade da bibliografia consultada, assim como a relevância e diversidade da mesma.

Capítulo 2. Enquadramento Teórico

Este capítulo está dedicado ao enquadramento teórico, a base da presente investigação, englobando duas secções. A primeira diz respeito ao enquadramento científico, compreendendo uma revisão bibliográfica relativamente aos conteúdos relevantes para a compreensão do caso abordado. A segunda é referente ao enquadramento educacional, descrevendo a metodologia de ensino adotada, o EBC.

2.1 Enquadramento científico

2.1.1. Vulcanismo, Andossolos, Ecossistemas

Ao longo da história da humanidade, a atividade vulcânica sempre foi uma das catástrofes naturais que mais despertou interesse no Homem. Antes de serem estudados, os vulcões já eram observados, descritos e retratados na arte, religião e até em lendas, que determinavam uma atitude de impotência humana contra este fenómeno (Grotzinger & Jordan, 2014; Young, 2003). O interesse no seu estudo advém, não só pela sua destrutividade e perigo para a sociedade, como também pelos recursos minerais e energéticos que fornecem, sendo também uma janela para o estudo do interior da Terra, permitindo perceber os processos ígneos das placas tectónicas que criaram a crosta continental e oceânica da Terra (Grotzinger & Jordan, 2014).

No vulcanismo, distinguem-se dois tipos principais de manifestações: as primárias e as secundárias ou residuais.

O vulcanismo residual ou secundário designa manifestações deste fenómeno, sem que ocorra uma erupção vulcânica. Este pode manifestar-se através de fumarolas, geiseres ou nascentes termais. De forma a que estes fenómenos ocorram, é necessário que o magma aqueça aquíferos que contenham água armazenada. Ao ser submetida a altas pressões, esta água ascende e pode atingir a superfície da crosta (Schmincke, 2004). As fumarolas são locais onde existe emissão de gás de origem vulcânica, através de fissuras. Podem ser designadas de mofetas, quando o gás emitido é o dióxido de carbono, ou de sulfataras, quando o gás emitido é o dióxido de enxofre (Grotzinger & Jordan, 2014).

O vulcanismo primário é caracterizado pela ocorrência de erupções vulcânicas. Quando o magma ascende pela crosta, pode ser libertado de duas formas: por condutas ou por fissuras verticais (Grotzinger & Jordan, 2014). Assim sendo, de acordo com a morfologia do aparelho vulcânico, as erupções vulcânicas podem ser classificadas em centrais ou fissurais (Schmincke, 2004).

O vulcanismo é considerado de tipo central quando há um aparelho vulcânico edificado num decurso de diversas erupções, um vulcão (figura 1) (Grotzinger & Jordan, 2014). Um vulcão é definido como uma colina ou montanha que se formou pela acumulação de lava – rocha fundida (magma) que foi expelida - e outros materiais expelidos pelo interior da Terra. O conjunto das rochas magmáticas, magmas e os

processos que descrevem a sequência de eventos desde a fusão das rochas até à sua erupção constituem um sistema geológico vulcânico (Grotzinger & Jordan, 2014).



Figura 1 - Erupção central do Klyuchevskaya Sopka (Retirado de Voychuk, 2017)

As erupções do tipo fissural ocorrem quando não existe um aparelho vulcânico e o magma ascende à superfície através de fissuras (figura 2).



Figura 2 - Erupção fissural do Kilauea (Retirado de USGS Hawaiian Volcano Observatory, 2018).

O magma contém, na sua composição, sílica e oxigénio, contendo também outros elementos em menores quantidades (Dias et al., 2004). Os magmas são classificados pelos geólogos com base no seu teor em sílica (SiO_2), podendo o magma classificar-se em basáltico/máfico (o magma mais básico dos três, e contendo cerca de

50% de SiO_2 e uma pequena quantidade de gases dissolvidos), ou andesítico (magma de composição intermédia, contendo cerca de 60% de SiO_2 e uma componente gasosa significativa) ou riolítico/félsico (o magma mais ácido, contendo mais de 65% de SiO_2 e uma grande quantidade de gases dissolvidos). As temperaturas de fusão e a viscosidade de um magma dependem da sua composição química, por exemplo, quanto maior a componente silicatada de um magma, mais viscoso ele é; então, um magma riolítico é mais viscoso e um magma basáltico é mais fluido (Marshak, 2016).

Estas características irão influenciar a violência da erupção vulcânica, sendo as mais violentas aquelas cujas lavas apresentam um maior teor em sílica, maior quantidade de gás e uma menor temperatura (Grotzinger & Jodan, 2014). Conforme a violência que apresentam, as erupções vulcânicas podem ser chamadas de efusivas, caracterizadas por serem mais calmas e com grandes escoadas de lava pouco viscosa, ou de explosivas, caracterizadas por uma explosão piroclástica e nuvens ardentes (Grotzinger & Jordan, 2014).

Existem vários tipos de materiais que podem ser expelidos numa erupção vulcânica. Os fragmentos de rocha decorrentes de uma erupção vulcânica explosiva são designados por piroclastos, sendo classificados em diferentes tipos, de acordo com o seu tamanho. Os fragmentos mais pequenos, até 2 mm de diâmetro, são denominados de cinza vulcânica. Os fragmentos com 2 a 50 mm de diâmetro são designados por lapilli e aqueles com mais de 50 mm de diâmetro são designados por bombas vulcânicas (Grotzinger & Jordan, 2014).

A cinza vulcânica libertada numa erupção vulcânica é capaz de se dispersar por grandes áreas, com um vasto grau de consequências. As erupções vulcânicas têm tido um grande efeito ao longo do tempo geológico, sendo responsáveis pela alteração da composição da atmosfera, do clima e da geoquímica da superfície da Terra. Algumas das maiores erupções até à data tiveram efeitos significativos na evolução biológica, ao criarem invernos “nucleares” e contribuindo para extinções em massa (Rampino & Self, 2000; Robock, 2000). Mas, por norma, as erupções vulcânicas são mais subtis em termos de influência ecológica, sendo mais limitadas às zonas próximas do vulcão (Arnalds, 2013). A altura da pluma de cinzas ejetada pela erupção vulcânica determina, em parte, a extensão da superfície afetada pela erupção (Siebert et al., 2010). As características do vento, tal como a sua direção e velocidade, vão influenciar onde é que a cinza será depositada (Arnalds, 2013).

Com a libertação de lava, gases tóxicos e piroclastos, as erupções vulcânicas criam perturbações nos ecossistemas, levando à perda de biodiversidade e destruição

de habitats. Dependendo do tipo de erupção, e da natureza e volume dos materiais libertados, as influências das erupções vulcânicas vão variando (Arnalds, 2013). Em casos extremos, as erupções vulcânicas podem obliterar os ecossistemas existentes, criando uma superfície para sucessões primárias. Mas, quando os depósitos de cinza são muito finos (inferiores a 1 mm), os efeitos nos ecossistemas podem ser positivos (Arnalds, 2013). Vitousek et al. (2003) referiram que cinza vulcânica acumulada pode aumentar a fertilidade de solos tropicais relativamente antigos.

O desenvolvimento dos solos após a deposição de cinzas vulcânicas depende de vários fatores, como a sobrevivência e sucessão da vegetação, da acumulação de nutrientes no solo e da interação entre a vegetação, os nutrientes do solo e a água (Arnalds, 2013). Uma das influências mais distintas das cinzas vulcânicas é o desenvolvimento de solos únicos, os Andossolos. Estes solos são jovens, dado que os seus materiais originários são provenientes de erupções que ocorreram no Quaternário (Pinheiro, 1990). Este tipo de solos possui características e propriedades únicas, com atributos que afetam a sua fertilidade e hidrologia (Shoji & Takahashi, 2002). Estes solos possuem mais reservas de carbono por unidade de área que qualquer outro solo de terra seca (Batjes, 1996), são ricos em matéria orgânica (Madruga, 1995), possuem baixa densidade aparente, têm uma elevada capacidade de retenção de água e dificuldade de dispersão, possuem um grande poder de fixação de fosfato e porosidade elevada (Pinheiro, 1990). Os Andossolos são normalmente férteis e sustentam grandes densidades populacionais em áreas vulcânicas, mas cobrem apenas 1% da superfície da Terra (Arnalds, 2013).

O vulcanismo tem também impactes na biodiversidade. Esta é definida como “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e ecossistemas” (Thompson & Starzomski, 2007, p. 1360).

Desde a antiguidade, os biólogos investigam um modo para obter uma unidade que permita decompor, descrever, medir e reconstituir a biodiversidade. Atualmente, existem vários níveis de organização para hierarquizar a diversidade biológica, como: átomo, moléculas, organelos, células, tecidos, órgãos, sistemas, organismos, espécies, populações, comunidade, ecossistema e sistema (Wilson, 1997).

Assim sendo, um ecossistema compreende a comunidade e o seu ambiente físico (Begon et al., 2006). Dado as suas conformações, os ecossistemas não são estáticos, apresentando um equilíbrio dinâmico, que é alcançado pela ação de

mecanismos relacionados com a homeostasia (Pereira et al., 2008). A estabilidade de um ecossistema é definida pela sua capacidade de resistir à mudança ou pela sua capacidade de recuperar quando é quebrado por alguma perturbação (Odum, 1988). Assim sendo, a estabilidade de um ecossistema é o resultado da ação de sistemas de regulação, da sua resiliência e resistência e por mecanismos de compensação entre os seus constituintes.

Uma sucessão primária é o desenvolvimento de vegetação num substrato que não possuía qualquer legado biológico e com baixa fertilidade, especialmente em termos de níveis de azoto (Miles, 1979). Uma sucessão de espécies normal, é um processo gradual e sucessivo de substituição de espécies (Tagawa, 1992). Mas a sucessão que ocorre em ambientes insulares é diferente. Os processos que ocorrem nas ilhas possuem características únicas que resultam da desarmonia e da escassez de flora (Mueller-Dombois, 1987). O baixo grau de colonização e a grande amplitude ecológica que se verificam nas ilhas é responsável pelo baixo número de taxa arbóreo para a formação de uma floresta e pela persistência de espécies, desde os estádios mais primordiais até aos mais recentes de sucessão (Mueller-Dombois, 1987).

2.1.2. O caso açoriano

A microplaca açoriana é uma porção irregular e anormalmente grossa da crosta oceânica (Hirn et al., 1980), demarcada por estruturas geológicas importantes como a Crista Médio-Atlântica, a zona de fratura Este dos Açores, a zona de fratura Oeste dos Açores, a zona de fratura Norte dos Açores e o Rife da Terceira (Miranda et al., 2015). O arquipélago açoriano está inserido na junção tripla das placas litosféricas Norte Americana, Africana e Euroasiática (Figura 3). As ilhas que constituem o arquipélago são todas de origem vulcânica, exibindo idades geológicas variadas e com morfologias heterogéneas (Borges et al., 2009).

As ilhas oceânicas albergam ecossistemas únicos, geralmente com uma elevada biodiversidade com impacto nos serviços dos ecossistemas e nos processos ecológicos. No arquipélago açoriano existem cerca de 4498 espécies e subespécies de fauna e flora, sendo 420 taxa endémicos à região, ou seja, apenas são encontrados neste arquipélago. A flora deste arquipélago é relativamente pobre, contando apenas com 811 espécies, sendo que cerca de 12% são endémicas do arquipélago (Schaefer, 2003; Schaefer, 2005).

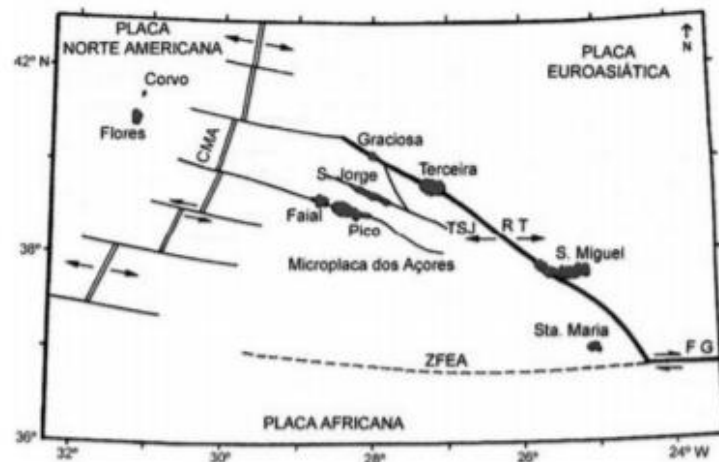


Figura 3 - Enquadramento tectónico do Arquipélago dos Açores e principais estruturas tectónicas presentes. Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; FG - Falha da Glória; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; RT - Rifte da Terceira; TSJ - Transformante de São Jorge (Adaptado de Nunes, 1999, pp.357).

Os Açores pertencem à zona biogeográfica da Macaronésia, juntamente com os arquipélagos da Madeira, Cabo Verde e Canárias (Fernández-Palacios et al., 2011). Ao contrário dos restantes arquipélagos, a proporção de espécies endémicas confinadas a apenas uma ilha é muito baixa (4%). De facto, existem apenas quatro espécies endémicas confinadas em apenas uma ilha: duas em Santa Maria, uma no Pico e uma em São Miguel (atualmente extinta). Isto contrasta com os 26% (Cabo Verde) e 70% (Canárias) de espécies endémicas confinadas apenas a uma ilha em outros arquipélagos da Macaronésia (Carine & Schaefer, 2010).

A pouca diversidade endémica entre ilhas no arquipélago dos Açores está relacionada, entre outros fatores, com a idade das ilhas deste arquipélago e com os fenómenos de vulcanismo explosivo que ocorrem nas ilhas (Carine & Schaefer, 2010). As ilhas açorianas são relativamente recentes e as mais antigas apresentam porções de terra relativamente recentes, tendo a porção mais antiga da ilha mais antiga (Santa Maria) apenas 8.12 Ma. Atualmente, 67% do arquipélago açoriano apresenta uma idade inferior a 1 Ma. Ao contrário deste arquipélago, outros arquipélagos da Macaronésia, como a Madeira ou Canárias, apresentam idades superiores a 60 Ma (Fernández-Palacios et al., 2011; Triantis et al., 2010). Isto aumenta drasticamente a possibilidade de linhagens terem persistido durante longos períodos nestes arquipélagos, dando mais tempo para diversificação de espécies endémicas nas ilhas.

Os fenómenos de vulcanismo explosivo também levaram a uma homogeneidade de espécies endémicas no arquipélago açoriano. Seis das nove ilhas açorianas (Corvo, Flores, Terceira, Graciosa, Faial e São Miguel) sofreram extensivos e frequentes fenómenos de vulcanismo explosivo, principalmente do tipo estromboliano, pliniano e

subpliniano (França et al., 2005). A prevalência deste tipo de vulcanismo pode ter efeitos impactantes nas espécies das ilhas, contribuindo para a “juventude” do biota das ilhas (Triantis et al., 2010), impedindo a diversificação de espécies endémicas intra-arquipélago, impedindo assim o aumento de biodiversidade.

Durante os últimos cinco séculos e meio, ocorreram, pelo menos, 15 erupções vulcânicas subaéreas no arquipélago dos Açores, nas ilhas de São Miguel, Terceira, São Jorge, Pico e Faial. A atividade vulcânica aqui registada caracterizou-se por estilos eruptivos efusivos e/ou moderadamente explosivos, do tipo estromboliano e havaiano e de natureza basáltica. As erupções basálticas que ocorreram estavam relacionadas com fissuras de sistemas vulcânicos ativos. As erupções do tipo explosivo subplinianas e hidromagmáticas estavam relacionadas com magmas mais evoluídos, de composição traquítica, e a vulcões centrais, com formação de domos vulcânicos (Gaspar et al., 2015).

A maior parte das rochas presentes no arquipélago são de constituição basáltica alcalina, incluindo escoadas lávicas, piroclastos de queda e fluxos piroclásticos. As formações piroclásticas que afloram nas ilhas são maioritariamente de composição traquítica (pedra pomes), em detrimento das de composição basáltica (bagacina) (Madruga, 1986). A pedra-pomes, por sofrer uma rápida meteorização, origina normalmente solos ricos e espessos (mais férteis), mas quando estes solos são arrastados, por erosão, os tufos basálticos são expostos, diminuindo a fertilidade do local (Silva, 2001). Os solos das ilhas açorianas são de origem vulcânica recente e possuem características hidráulicas incomuns, características dos andossolos (Madruga, 1986).

As erupções vulcânicas históricas não promoveram apenas alterações no uso do solo, mas também fenómenos de sucessão primária, criando habitats nas ilhas (Borges et al., 2009). As erupções vulcânicas que ocorreram nos Açores tiveram impactes localizados na vegetação, com duração de 500 a 1000 anos desde as comunidades pioneiras até à cobertura florestal, favorecendo as espécies endémicas. Isto dá-se porque as espécies endémicas são melhores a colonizar a rocha nua após uma erupção vulcânica, tendo vantagens nos solos esqueléticos formados logo após uma erupção vulcânica. Mas as subseqüentes sucessões ecológicas e a formação do solo levam à sua substituição gradual por outras espécies nativas (Connor et al., 2012).

Na maior parte das ilhas açorianas é possível encontrar lagos e lagoas, cada um com as suas características físicas únicas condicionadas pelo seu enquadramento geológico, principalmente nas crateras dos vulcões (Antunes & Rodrigues, 2011). Os

fluídos vulcânicos são uma fonte natural de poluição. O lago Furnas do Enxofre, devido à entrada de gases vulcânicos, possui níveis elevados de mineralização e valores elevados de dióxido de carbono, provocando a acidificação da água deste lago (Antunes & Rodrigues, 2011).

2.2 Enquadramento educacional

A metodologia de EBC está enquadrada numa perspetiva socio-construtivista, dado que os alunos trabalham principalmente em grupos, aprendendo com os seus pares, e o professor tem um papel de mediador. A teoria socio-construtivista de Lev Vygotsky sugere que é possível explorar de forma mais aprofundada o papel das interações com os outros, na construção de ambientes de aprendizagem ricos. Ou seja, os alunos também aprendem com o diálogo com os outros, recebendo instruções dos outros, ouvindo o que os outros dizem e observando o que os outros fazem (Boiko & Zamberlan, 2001). Desta forma, as aprendizagens ocorrem mediante as interações estabelecidas entre os alunos (Vasconcelos & Faria, 2017). O EBC é, portanto, uma metodologia centrada nos alunos, dado que estes desempenham um papel ativo nas suas aprendizagens.

A metodologia de EBC foi pela primeira vez utilizada numa Faculdade de Direito, nos Estados Unidos da América, em 1870 (Kimball, 1995), quebrando as tradições de ensino meramente transmissivo. Esta metodologia de ensino foi também, posteriormente, utilizada na medicina e economia, permitindo que médicos, economistas e advogados fossem preparados para a sua futura profissão, através de casos reais, cujo objetivo consistia em solucionar vários problemas atuais que poderiam ter de enfrentar ao longo da sua carreira (Guess, 2014).

Nesta metodologia de ensino, são apresentados aos alunos situações reais, mais ou menos complexas, e que requerem uma tomada de decisão, tendo em pequenos grupos de encontrar soluções para os problemas levantados (Biggs & Tang, 2011). Neste sentido, o EBC requer que os alunos possuam um grau de conhecimento acerca dos conteúdos apresentados no problema, levando à promoção da reflexão e discussão dos casos (Giacalone, 2016; Vasconcelos & Faria, 2017). Assim sendo, o EBC não deve ser utilizado isoladamente, mas sim integrado com outras metodologias, como, por exemplo, as aulas expositivas, que deverão ser posteriormente utilizadas para proporcionar aos alunos os conteúdos base para o processo de discussão e tomada de decisão (Giacalone, 2016). Logo, o EBC não tem como objetivo principal a lecionação de novos conteúdos, mas sim para que os alunos tenham a oportunidade de

aplicar os conhecimentos previamente aprendidos na resolução de problemas reais, aproximando o conhecimento factual lecionado nas escolas e a realidade. No entanto, decorrente das interações que se estabelecem ao longo da análise dos casos e do debate de ideias, resultarão obviamente novos conhecimentos. O EBC baseia-se, então, na ideia de que o envolvimento do aluno em situações experimentais é capaz de promover a construção de novos conhecimentos a partir de conhecimentos previamente adquiridos (Harrington & Garrison, 1992; Vasconcelos & Faria, 2017).

No EBC, o professor tem um papel de mediador, ou seja, este deverá auxiliar os alunos caso existam dúvidas, com um distanciamento do papel de professor tradicional, e deixando que os alunos trabalhem em grupo, de forma interativa, de forma a promover o pensamento crítico e a partilha de opiniões (Shabani, 2016). Mas antes de exercer esta metodologia, é necessário que previamente o professor se prepare, planificando os materiais, métodos e instrumentos que deverão ser utilizados, de forma a criar um ambiente propício a atividades de discussão e partilha de ideias de modo educacional. O professor deve também delinear estratégias de forma a envolver os alunos no caso, como, por exemplo, colocar questões adequadas para os alunos considerarem, para que em discussão grupal os alunos sejam expostos a vários pontos de vista (McNaught et al., 2012). Sendo assim, os professores deverão, como mediadores do processo de ensino e aprendizagem, aplicar estratégias e ferramentas que permitam envolver os alunos num ambiente desafiador e interativo, com promoção do diálogo, debate e partilha de opiniões.

Aquando da escolha do caso, o professor deve optar por um problema relevante e familiar para o aluno, quer seja a nível pessoal ou a social. Também deve optar por casos atuais e presentes no quotidiano dos alunos de forma a que estes se identifiquem com o mesmo para que se sintam motivados para a procura de soluções para o caso (Vasconcelos & Almeida, 2012). O uso de casos reais nesta metodologia de ensino favorece a aprendizagem por parte dos alunos, facilitando a memorização e permitindo a construção de pontes entre os conhecimentos pré adquiridos e os novos conhecimentos, promovendo uma maior satisfação por parte dos alunos (Williams, 2005). O uso de casos reais, para além de despertar um maior interesse e importância, também facilita o processo de aprendizagem dos alunos (Vasconcelos & Faria, 2017). Também é importante que os casos transmitam informações claras, de forma a que, a partir destas, os alunos sejam capazes de construir significados e conceitos (Morrison, 2001). Através desta metodologia os alunos também desenvolvem competências intrínsecas como a resolução de problemas e o trabalho de grupo (Vasconcelos & Faria, 2017). O EBC pode ser suportado por estratégias variadas, como atividades de

modelação, saídas de campo, atividades práticas, atividades laboratoriais, jogos de simulação, projetos em equipa, debates e *role plays* (Vasconcelos et al., 2017).

O uso desta metodologia em sala de aula permitiu colmatar a distância entre a parte prática e a parte teórica (McFarlane, 2015), o que é difícil de conseguir no ensino secundário na disciplina de Biologia e Geologia. Assim sendo, os professores devem aplicar experiências educativas que promovam a discussão entre os alunos, de modo a estes desenvolverem competências de argumentação (Almeida & César, 2007).

Segundo vários autores, o EBC é uma metodologia muito rica e vantajosa para ser usada em contexto de ensino/aprendizagem (McNaught et al., 2012; Thistlethwaite et al., 2012; Vora & Shah, 2015). Para Richardson et al. (2000), os assuntos tratados nos casos são mais facilmente memorizados e lembrados, dotando os alunos com âncoras mentais para os factos, princípios e conceitos a ser estudados e assimilados. De acordo com Morrison (2001), estudar casos em contexto de sala de aula ajuda os alunos a desenvolverem ferramentas essenciais para as suas vidas profissionais e futuras. E para além destas vantagens para os alunos, segundo Harrington e Garrison (1992), também os professores beneficiam com esta metodologia, dado que têm a oportunidade de refletir sobre o processo de aprendizagem enquanto escrevem e apresentam os casos.

Capítulo 3. Metodologia da Investigação

Após definido o problema de investigação e uma cuidada análise do contexto do estudo e limitações inerentes, foi delineada a metodologia de investigação mais adequada ao propósito que foi pretendido alcançar. Este capítulo está dedicado à metodologia de investigação adotada, incluindo a sua classificação, as técnicas e instrumentos de recolha de dados, bem como a sua validade e fiabilidade, e a caracterização da amostra.

3.1 Classificação da Investigação

A presente investigação é classificada como estudo de avaliação. Este tipo de investigação refere-se a processos de recolha e análise sistemática de dados acerca da eficácia, mérito, qualidade ou valor de um determinado produto, prática ou programa, focando-se primordialmente na tomada de decisões relativamente a esses mesmos produtos, práticas ou programas (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2018). Esta

investigação é um estudo de avaliação sumativa, de forma a inferir sobre a qualidade do EBC na aprendizagem dos alunos.

A investigação retratada classifica-se como qualitativa. Este método envolve a recolha de vários dados, em simultâneo, ao longo de um tempo determinado, num cenário natural, não manipulado e real. Os dados são normalmente de natureza não numérica (Gay et al., 2012). Neste tipo de investigação, o investigador procura compreender a realidade a partir das perspetivas e significados de todos os participantes. O investigador deve também renunciar às suas perspetivas e convicções, de forma a não desvirtuar os resultados (Carmo & Ferreira, 2008, p.198).

Nas últimas décadas, as investigações em educação pela perspetiva qualitativa têm aumentado. Alguns investigadores até consideram que alguns problemas e questões educacionais não estão adequados para um método de investigação quantitativo (Cohen et al., 2013; Gay et al., 2012; Newhart, 2015). Isto deve-se ao facto da análise numérica e controlo de variáveis, característicos do método quantitativo, contrastam com a complexidade da natureza humana e as suas interações sociais. Assim sendo, estes problemas e questões educacionais devem ser analisados segundo uma metodologia em que os resultados surgem por uma investigação que decorre num contexto real, dando relevância no mundo concreto e originando uma visão holística dos fenómenos em estudo (Cohen et al., 2013; Gay et al., 2012; Newhart, 2015).

3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Neste trabalho estão descritas e classificadas as técnicas e instrumentos de recolha de dados presentes no estudo. As técnicas e os instrumentos foram escolhidos de forma a responder aos objetivos de investigação, mas são diferentes daquelas inicialmente propostas no projeto para este PI, dado que a aula teve de ser lecionada via *online* e não presencialmente, não sendo possível aplicar a técnica de observação com a grelha de observação. Assim sendo, es-como instrumentos de recolha de dados foram-foram utilizados os mapas de conceitos elaborados e o questionário. e-as-como técnicas de recolha de dados foram a análise de documentos e o inquérito.

Na investigação em ciências sociais e humanas, na qual está incluída a investigação em educação, existem três formas de recolha de dados. A recolha de dados pode ocorrer por: administração de um instrumento de recolha de dados elaborado pelo investigador; administração de um instrumento de recolha de dados padronizado; recolha de dados pré-existentes (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). Os

instrumentos de recolha de dados utilizados nesta investigação foram elaborados pelo investigador e respetivos orientadores científicos.

3.2.1. Mapas de conceitos elaborados

Nos últimos cinquenta anos, têm-se destacado duas ferramentas entre os investigadores e educadores em ciência: os mapas mentais e mapas de conceitos. Ambos retratam os pensamentos internos e a construção destes. Assim sendo, os mapas mentais e os mapas de conceitos encontram-se intrinsecamente ligados ao construtivismo, que defende que os alunos não são telas brancas, mas sim possuidores de um vasto reportório de concepções e pensamentos alternativos (Novak, 1977). Seguindo esta linha de pensamento, Ausubel (1968) propôs a sua teoria de aprendizagem, reforçando a importância do conhecimento prévio dos alunos para perceber e integrar novo conhecimento. Após o seu trabalho com Ausubel, Joseph Novak adotou esta ideologia para criar os mapas de conceitos (Novak, 1977; Novak & Gowin, 1984).

Apesar de originalmente os mapas de conceitos serem considerados construções individuais (Novak, 2010), diferentes abordagens, contextos e propostas levaram à produção de diferentes mapas de conceitos (Hoffman & Moon, 2010). Os mapas de conceitos permitem que os alunos identifiquem os seus equívocos e reestruturam o seu conhecimento. Para além de instrumento de ensino, os mapas de conceitos também podem ser utilizados como ferramentas de avaliação (Moon et al., 2010).

Nos mapas de conceitos Novakianos, existem certas regras que não permitem que quem os produz transmita aquilo que realmente tem na mente. Por esta razão, foram surgindo outras variações desta ferramenta, algumas deixando a estrutura hierárquica, adotando uma organização menos restrita das ideias representadas (White & Gunstone, 1992). Novak (2002) também apresentou ideias alternativas para os mapas de conceitos, onde há uma melhor representação do conhecimento. De uma forma geral, os mapas de conceitos elaborados têm sido descritos por Ahlberg (2004) e diferenciados de concepções anteriores ~~passadas~~.

Nestes mapas, os conceitos estão colocados dentro de caixas e existem sempre conectores a interligar os conceitos, que podem ser tão curtos como verbos conjugados ou tão longos como uma frase, associados a setas que indicam a direção da conexão entre os conceitos (Ahlberg, 1993; Ahlberg, 2004). Os conceitos e conectores podem ser constituídos por palavras ou expressões, desde que reflitam o processo de

pensamento de quem está a desenvolver o mapa de conceitos, e de forma a que o autor do mapa perceba as proposições descritas (Ahlberg, 2004). De forma a refletir o processo de pensamento, podem ser usadas diferentes cores, imagens, vídeos, sons, ou qualquer outro conteúdo associado (Ahlberg, 1993; Gallenstein & Larmon, 2012; Novak & Cañas, 2006). Este tipo de mapas está retratado na Figura 4.

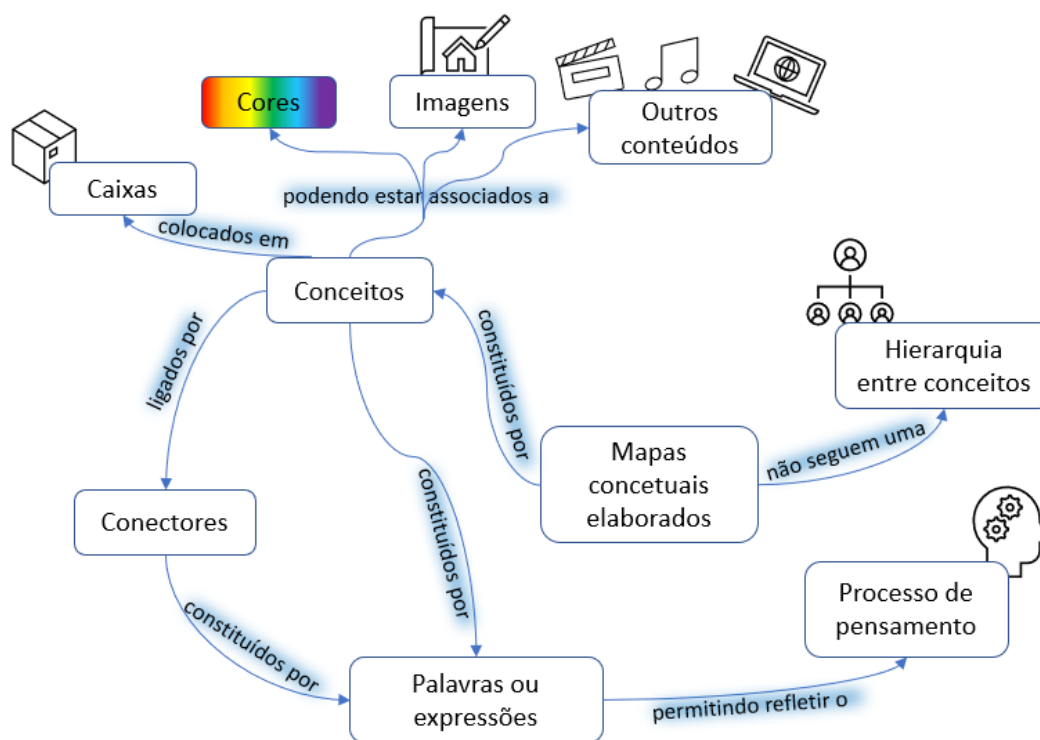


Figura 4 - Exemplo de Mapa de Conceitos Elaborado.

No mapa de conceitos elaborado usado nesta investigação, os alunos apenas preencheram os espaços em branco do mapa com os conceitos que se encontravam na lista fornecida (Anexo 1), dada a escassez de tempo para a realização de todas as atividades inerentes ao PI. A escolha desta técnica de recolha de dados, teve como finalidade uma avaliação não tradicional, em que é possível uma síntese de elevada quantidade de informação, de forma lúdica e produtiva.

3.2.2. Inquérito por questionário

Os questionários são instrumentos bastante utilizados na investigação educacional, pois permitem colocar as mesmas questões a todos os indivíduos selecionados (Gall et al., 1996).

O questionário elaborado nesta investigação é de carácter misto, dado que possui questões de resposta aberta e de resposta fechada. Este também possui questões de resposta semiaberta, em que os inquiridos selecionam uma das opções, que mais se adequa à sua opinião e, posteriormente, constrói a sua resposta com as suas próprias palavras.

O questionário construído teve em conta os objetivos conceituais, educacionais e profissionais desta investigação. Assim sendo, as questões estão agrupadas em 5 domínios: Científico, Metodologia Aplicada, Tema/Tópicos, Ensino à Distância e Melhorias. Foi incluído neste questionário o domínio Ensino à Distância, dado que a aula decorreu neste regime, tal como todas as lecionadas durante o 3º Período e, assim, avaliou-se também este parâmetro, que não se encontrava nos objetivos da investigação. As questões, os seus objetivos correspondentes e o tipo de resposta encontram-se listados na Tabela 3.

Tabela 3 - Questões colocadas, respetivos objetivos e tipo de resposta pedida no questionário

Questão	Objetivo/Indicador	Tipo de Resposta
Q1: Que impactes positivos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas?	Verificar se os discentes identificam impactes positivos para os ecossistemas e quais.	Aberta
Q2: Que impactes negativos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas?	Verificar se os discentes identificam impactes negativos para os ecossistemas e quais.	Aberta
Q3: Que tipo de magma está associado à formação dos Andossolos, nos Açores?	Averiguar se os discentes conseguem associar o tipo de magma à sua composição química.	Fechada
Q4: Que materiais são libertados durante uma erupção vulcânica como a que deu origem aos solos férteis dos Açores?	Avaliar se os discentes associam corretamente os tipos de erupções vulcânicas com os produtos do vulcanismo.	Fechada

Q5: De que forma classificas o teu nível de satisfação com a aula em que participaste?	Grau de satisfação com a aplicação da metodologia.	Fechada
Q6: Preferes este tipo de aulas em relação a outras mais comuns? (Usa como exemplo comparativo as aulas expositivas/teóricas)	Grau de preferência.	Fechada
Q7: Qual é, para ti, a principal vantagem destas aulas?	Vantagens.	Aberta
Q8: Como classificas o nível de importância do tema abordado para o teu futuro percurso escolar?	Grau de importância.	Fechada
Q9: Consideras que o facto de a aula ter ocorrido por ensino à distância poderá ter afetado negativamente a tua aprendizagem?	Limitações.	Fechada
Q10: Caso consideres que o ensino à distância não afetou a tua aprendizagem, que vantagens encontras neste tipo de ensino?	Vantagens.	Aberta
Q11: Se no próximo ano letivo pudesses escolher entre aulas presenciais ou à distância, o que preferias? Justifica com 3 argumentos.	Grau de preferência.	Semiaberta

Q12: Consideras que poderá haver alguma melhoria para esta aula? Se sim, qual(ais)?	Melhorias à implementação.	Semiaberta
--	----------------------------	------------

O inquérito foi colocado aos alunos através da plataforma *Google Forms*, tendo sido posteriormente analisadas as respostas dos alunos e codificadas de forma a serem contabilizadas frequências, reduzindo a quantidade de dados e simplificando a sua interpretação.

3.3 Validade de fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

De forma a que os dados obtidos através dos instrumentos de recolha de dados serem válidos, é necessário que os instrumentos tenham validade e fiabilidade. A validade de um instrumento de recolha de dados diz respeito ao grau de precisão com que este mede o que se pretende medir, permitindo interpretações adequadas dos resultados da investigação (Gay et al., 2012, p. 160). A fiabilidade corresponde ao grau de consistência com que um teste mede aquilo que está a ser medido (Gay et al., 2012, p. 165). Desta forma, quanto mais fiabilidade tiver o instrumento de recolha de dados, mais fiáveis serão os dados obtidos, ou seja, quando utilizado ao longo de algum tempo em amostras e contextos semelhantes, o instrumento de recolha de dados fiável dará origem a dados semelhantes (Gay et al., 2012).

Foi garantida a validade e fidelidade do estudo através de uma correta construção dos instrumentos e uma adequada análise de conteúdo. Os instrumentos de recolha utilizados nesta investigação foram analisados pelos orientadores científicos da IPP+PES e orientadora cooperante, de forma a certificar a sua validade e fidelidade.

3.4 Caracterização da amostra

A investigação realizada foi implementada numa turma de 10º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, constituída por 22 alunos, verificando-se que o número de alunas é igual ao número de alunos, com idades compreendidas entre os 15-17 anos (média=15,6 anos), sendo que um aluno possui registo de uma retenção em anos precedentes.

Dado que se trata de uma amostra de conveniência, uma vez que é uma turma a cargo da IPP+PES que a investigadora frequenta, esta amostra não é considerada

probabilística, ou seja, não é representativa da população e, assim sendo, os resultados obtidos não serão passíveis de generalização. Apesar disso, funcionarão como indicadores dos parâmetros avaliados (Gay et al., 2012).

Capítulo 4. Programa de Intervenção

De forma a encontrar resposta(s) para o problema e objetivos da investigação que foram anteriormente enunciados no Capítulo 1, foi elaborado e conduzido um PI, com base no enquadramento teórico e metodológico apresentados no Capítulo 2. Numa primeira fase foram elaborados a planificação e os recursos educativos necessários à aplicação do PI. Posteriormente, foi aplicado o PI durante aula *online* de 50 minutos da disciplina de Biologia e Geologia.

4.1 Planificação e recursos educativos

A planificação de aula permite ao docente antecipar o que poderá decorrer na sua aula, definindo os seus objetivos, conteúdos e experiências de aprendizagem e de avaliação, promovendo uma melhoria na qualidade das intervenções educativas, podendo, assim, afirmar-se como um importante auxiliar da prática pedagógica (Alvarenga, 2011; Castro et al., 2008).

Como referido no Capítulo 2, o EBC requer que os alunos já possuam conhecimentos prévios acerca dos conteúdos abordados no caso que irão explorar, de forma a promover a reflexão e discussão do mesmo de uma maneira mais enriquecedora para estes. Os conteúdos abordados no caso foram lecionados pela orientadora cooperante, com recurso ao método expositivo.

Durante esta etapa de planificação, foram definidos os materiais educativos a serem utilizados. No projeto inicial, seriam três aulas de 50 minutos com a turma dividida. Mas, dado que a aula seria lecionada à distância, via *online*, tornou-se importante adaptar os materiais para as características desta. Primeiramente, foi redigido um texto acerca do caso a ser explorado pelos alunos, intitulado “Vulcanismo açoriano e os seus impactes nos ecossistemas” (Anexo 2). O texto foi construído tendo em conta diversas investigações científicas. O caso foi escolhido por ser possivelmente próximo do quotidiano dos alunos e também com vista a despertar o seu interesse em termos biológicos e geológicos acerca do arquipélago açoriano. Este caso aborda os impactes que o vulcanismo tem nos ecossistemas açorianos, tanto positivos como

negativos. Este documento também pretendeu dar a conhecer aos alunos a dualidade deste fenómeno, que apesar de muitas vezes apenas ser associado a eventos catastróficos, também possui os seus aspetos positivos para os ecossistemas. Inicialmente o documento faz referência a aspetos do vulcanismo em geral e, posteriormente, acerca do vulcanismo nos Açores e, em especial, aos solos férteis deste arquipélago. Assim sendo, o caso segue os princípios enunciados por Vasconcelos e Faria (2017) para uma utilização adequada do EBC, como o facto de ser real, promover o desenvolvimento de diferentes perspetivas e basear-se em estudos e investigações rigorosos.

O EBC pode ser suportado por diversas estratégias de ensino. Nesta investigação, foi adotado como principal estratégia o debate. Esta estratégia é dinâmica e envolve um elevado grau de imprevisibilidade. Desta forma, é importante definir uma panóplia de questões que são fundamentais para o professor, enquanto mediador do debate, estimular o cumprimento dos objetivos definidos. Então, foram definidas as seguintes questões a abordar:

- Consideram o vulcanismo um fenómeno catastrófico ou vantajoso?
- Que interações ocorrem entre os subsistemas quando ocorre uma erupção?
- No caso açoriano, quais foram as vantagens para os ecossistemas que o vulcanismo trouxe?
- Num habitat em que as espécies invasoras são predominantes, seria ou não vantajoso para o património natural uma erupção vulcânica? Porquê?
- O vulcanismo promove a biodiversidade?
- De que forma o desaparecimento de uma espécie ia influenciar um ecossistema?
- De que forma o vulcanismo altera os solos?

Durante a fase de planeamento, também foi produzido um mapa de conceitos elaborado (Anexo 3), que foi um dos instrumentos de avaliação dos alunos e de recolha de dados para a investigação.

Durante a produção do mapa de conceitos elaborado, foram tidas em conta as características que definem este tipo de mapas como colocar dos conceitos dentro de caixas e a existência de conectores a interligar estes conceitos, associados a setas que indicam a direção da conexão entre esses conceitos (Ahlberg, 2004).

Durante a planificação foi ainda elaborado um questionário (Anexo 4), que foi o outro instrumento de avaliação dos alunos e de recolha de dados para a investigação.

A planificação de aula encontra-se no Anexo 5.

4.2 Aplicação do Programa de Intervenção

O presente PI foi aplicado em junho de 2020. Para assegurar o bom funcionamento da aula, os materiais a serem utilizados foram disponibilizados aos alunos na plataforma *moodle* da disciplina com uma semana de antecedência para se familiarizarem com o caso e não precisarem de fazer o download dos materiais durante a aula, permitindo uma participação ativa de todos os alunos e promovendo melhores condições de trabalho, tanto para os alunos como para o investigador.

A aula teve início com uma breve explicação sobre o seu funcionamento, incluindo informações acerca das atividades a serem desenvolvidas e o que seria esperado. Após esta introdução, procedeu-se à apresentação do caso e da sua leitura com toda a turma. Os alunos tiveram algum tempo para esclarecer algumas dúvidas e, de seguida, procedeu-se para a discussão acerca das vantagens e desvantagens do vulcanismo para os ecossistemas. Esta discussão foi mediada pelo investigador, que facilitou o diálogo, de forma a permitir que o máximo número de alunos participasse na partilha de ideias acerca do seu ponto de vista. No final do debate, foram rebatidas as ideias principais abordadas na discussão. Após o debate, foi pedido aos alunos que preenchessem um mapa de conceitos elaborado e que o enviassem para o *moodle* até ao final da aula. No início da aula seguinte, foi enviado para os alunos um questionário com recurso ao *Google Forms*, para completarem.

No decorrer desta aula, o papel do professor investigador foi o de mediador e facilitador. Durante a aula, mediou o debate de forma a estimular a participação de todos os elementos, mediante a colocação de questões desafiantes, apelando ao raciocínio, pensamento crítico e criatividade dos alunos, valorizando todas as intervenções feitas por estes, sem deixar transparecer a sua opinião e posição em relação aos assuntos abordados.

Capítulo 5. Resultados e Discussão

Neste capítulo, são apresentados os dados recolhidos, analisados de acordo com métodos estatísticos simples (estatística descritiva) e análise de conteúdo, de forma a organizar e descrever os dados de uma forma coerente e objetiva. Durante a análise dos resultados não foi observado uma relação entre respostas corretas e o sexo dos alunos.

Este capítulo está dividido em dois subcapítulos, que correspondem à análise dos dados recolhidos através dos instrumentos de recolha referidos no capítulo 3.

5.1 Resultados e discussão relativos ao Mapa de Conceitos Elaborado

De forma a analisar os mapas, foi feita uma análise qualitativa dos conteúdos com um estudo estatístico descritivo. O mapa corretamente preenchido está disponível no Anexo 3. Neste parâmetro foram avaliados apenas dezanove (19) dos vinte e dois (22) alunos sujeitos a este estudo, dado que três (3) dos alunos enviaram um ficheiro não preenchido.

Os mapas de conceitos preenchidos pelos alunos foram avaliados tendo em conta se os mapas tinham os conceitos corretamente colocados ou não, como indicado na Tabela 4.

Tabela 4 - Frequência de preenchimento correto e incorreto do mapa de conceitos elaborado.

Preenchimento do mapa de conceitos	Correto	Incorreto
Frequência (%)	8 (42,11)	11 (57,89)

Analisando os resultados, menos de 50% dos alunos conseguiu colocar corretamente todos os conceitos no local correto (n=8; 42,11%). Isto poderá ter ocorrido devido ao facto de serem pedidos vinte e seis (26) conceitos e alguns deles terem ligação ao mesmo local, através de conectores diferentes, que iriam influenciar qual o conceito a colocar. Assim sendo, a distração pode ser um dos fatores que influenciou o número de mapas preenchidos correta e incorretamente.

Posteriormente, foram analisados detalhadamente os mapas que possuíam conceitos em locais incorretos, estando demonstrado na Tabela 5 quantos conceitos foram incorretamente colocados por esses alunos.

Tabela 5 - Frequência de número de conceitos colocados incorretamente (e a respetiva percentagem incorreta do mapa), por mapa incorreto.

Conceitos incorretos (% de conceitos incorretos)	3 (12)	4 (16)	6 (24)
Frequência (%)	1 (9,09)	5 (45,45)	5 (45,45)

Pela análise dos mapas incorretos, verificou-se que os alunos que preencheram incorretamente o seu mapa de conceitos elaborado, conseguiram completar corretamente mais de 75% do mapa.

Assim sendo, no que diz respeito aos temas abordados no mapa de conceitos elaborado, podem considerar-se como satisfatórios os conhecimentos evidenciados pelos alunos.

5.2 Resultados e discussão relativos ao Questionário online

Uma aula após a análise e discussão do caso sobre os impactes do vulcanismo nos ecossistemas e o preenchimento do mapa de conceitos elaborado, os vinte e dois (22) alunos sujeitos a este estudo responderam a um questionário.

As questões foram enquadradas em cinco domínios, permitindo uma melhor interpretação dos dados e resultados obtidos. A estes cinco domínios corresponderam variadas questões, descritas na Tabela 6.

Tabela 6 - Domínios para análise das respostas ao questionário e correspondência com as questões do questionário.

Domínios	Questões
Científico	Q1, Q2, Q3, Q4
Metodologia	Q5, Q6, Q7
Tema/Tópicos	Q8
Ensino à Distância	Q9, Q10, Q11
Melhorias	Q12

Relativamente ao domínio Científico, cada questão apresenta um código numérico específico (exemplo: o código 1 corresponde à questão 1) e a cada questão correspondem indicadores específicos (exemplo: questão 1 inclui os indicadores 1A e 1B), incluídos na Tabela 7.

Tabela 7 - Questões e respetivos indicadores do domínio Científico.

Questão	Indicadores
1: Que impactes positivos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas?	1A: Identificam impactes positivos para os ecossistemas. 1B: Identificam impactes positivos, mas não para os ecossistemas. 1C: Resposta nula.
2: Que impactes negativos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas?	2A: Identificam impactes negativos para os ecossistemas. 2B: Identificam impactes negativos, mas não para os ecossistemas. 2C: Resposta nula.
3: Que tipo de magma está associado à formação dos Andossolos, nos Açores?	3A: Associam corretamente o tipo de magma à sua composição química. 3B: Não associam corretamente o tipo de magma à sua composição química.
4: Que materiais são libertados durante uma erupção vulcânica como a que deu origem aos solos férteis dos Açores?	4A: Relacionam corretamente os tipos de erupções vulcânicas com os produtos do vulcanismo. 4B: Não relacionam corretamente os tipos de erupções vulcânicas com os produtos do vulcanismo.

As frequências obtidas nas respostas para este domínio, presentes na Tabela 8, revelaram que os alunos apresentavam resultados satisfatórios nos temas abordados nas questões avaliadas. Das quatro questões que compunham este domínio, apenas uma delas, a questão Q4, obteve menos de 50% de respostas corretas (n=8; 36%).

É de salientar que nas questões Q1 e Q2, que eram questões de resposta aberta, os alunos podiam enunciar o número que quisessem de impactes do vulcanismo para os ecossistemas, assim sendo:

- Na questão Q1, quatro (4) dos quinze (15) alunos, para além de referenciarem impactes positivos nos ecossistemas, também referem outros aspetos positivos, mas não para os ecossistemas, nomeadamente “o vulcanismo permitir o estudo do interior da Terra” e “o vulcanismo permitir a produção de energia renovável”.
- Na questão Q1 os impactes positivos para os ecossistemas referidos pelos alunos foram: (i) Fertilidade dos solos – 15 respostas; (ii) Diminuição de espécies invasoras – 2 respostas; (iii) Maior crescimento de espécies nativas – 2 respostas; (iv) Desenvolvimento de novo habitat (sucessões primárias) – 2 respostas; (v) Equilíbrio da biodiversidade – 1 resposta.
- Na questão Q2, um (1) dos vinte (20) alunos, para além de referenciar impactes negativos nos ecossistemas, também referiu outros aspetos negativos como “perda de vidas humanas” e “perda de património”.
- Na questão Q2 os impactes negativos para os ecossistemas referidos pelos alunos foram: (i) Destruição de habitats/ecossistemas – 11 respostas; (ii) Poluição – 7 respostas; (iii) Perda de biodiversidade – 3 respostas; (iv) Acidificação da água – 3 respostas; (v) Danos para os seres vivos – 2 respostas; (vi) Alterações climáticas – 1 resposta; (vii) Extinção de espécies – 1 resposta; (viii) Contaminação dos solos – 1 resposta (ix) Aumento do efeito de estufa – 1 resposta; (x) Alteração da composição da atmosfera – 1 resposta.
- Como se pode verificar, foi mais simples para os alunos encontrar impactes negativos do vulcanismo para os ecossistemas do que impactes positivos para os ecossistemas.

Tabela 8 - Frequências de resposta no questionário em relação ao domínio Científico.

Questões	Q1			Q2			Q3		Q4	
Indicadores	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	4A	4B
Frequência (%)	15 (68)	3 (14)	4 (18)	20 (90)	1 (5)	1 (5)	13 (59)	9 (41)	8 (36)	14 (64)

Relativamente ao domínio Metodologia, foram colocadas três questões aos alunos, as questões Q5, Q6 e Q7.

A questão Q5 revelou que a maior parte dos alunos se sentiu satisfeito/ muito satisfeito com a aula referente a este PI (n=18; 81,8%) (Tabela 9).

Tabela 9 - Frequência de respostas relativas ao grau de satisfação dos alunos relativamente à aula.

Grau de satisfação	1 (Muito Baixo)	2 (Baixo)	3 (Moderado)	4 (Elevado)	5 (Muito Elevado)
Frequência (%)	0 (0)	1 (4,5)	3 (13,6)	11 (50,0)	7 (31,8)

A questão Q6 revelou ainda que a maior parte dos alunos prefere esta metodologia de ensino às tradicionais aulas expositivas/teóricas (Tabela 10).

Tabela 10 - Frequência de respostas relativas ao grau de preferência da Metodologia EBC em relação a aulas expositivas/teóricas.

Resposta	Sim	Não	Sem certeza
Frequência (%)	13 (59,1)	6 (27,3)	3 (13,6)

Posteriormente, como resposta à questão Q7, os alunos enunciaram as seguintes vantagens à metodologia de EBC: (i) Aulas mais divertidas – 3 respostas; (ii) Melhora a aprendizagem – 3 respostas; (iii) Aula mais dinâmica – 3 respostas; (iv) Maior interação entre professor e aluno – 2 respostas; (v) Mais espaço para diferentes opiniões – 2 respostas; (vi) Maior aprofundamento teórico e relação com a realidade – 1 resposta; (vii) Alunos estão mais atentos – 1 resposta; (viii) Aulas mais descontraídas – 1 resposta; (ix) Maior participação dos alunos – 1 resposta; (x) Aula menos cansativa – 1 resposta; (xi) São disponibilizados mais recursos educativos – 1 resposta. Apenas dois alunos referiram que esta metodologia não tem qualquer vantagem.

Na questão Q8, enquadrada no domínio Tema/Tópicos, era pedido aos alunos que classificassem o tema abordado relativamente ao grau de importância que este tem para o seu percurso escolar no futuro. Analisando as respostas a esta questão, presentes na Tabela 11, pode-se verificar que a maior parte dos alunos considerou o tema abordado durante a aula como importante para o seu percurso escolar, sendo este resultado satisfatório. Apenas um aluno considerou que o tema abordado durante a aula não foi nada importante para o seu percurso escolar.

Tabela 11 – Frequência de respostas em relação ao grau de importância do tema abordado.

Grau de importância	1 (Muito Baixo)	2 (Baixo)	3 (Moderado)	4 (Elevado)	5 (Muito Elevado)
Frequência (%)	1 (4,55)	0 (0)	8 (36,36)	13 (59,09)	0 (0)

No domínio Ensino à Distância, foram colocadas três questões aos alunos, as questões Q9, Q10 e Q11.

Pela análise das respostas dos alunos à questão Q9, descritas na Tabela 12, verificou-se que a maior parte dos alunos afirmou que o Ensino à Distância não afetou a sua aprendizagem (n=8; 36,36%), ou não tem a certeza se esta modalidade de Ensino afetou a sua aprendizagem (n=9; 40,91%), durante a aula lecionada neste PI.

Tabela 12 - Frequência de respostas em relação ao impacto negativo do Ensino à Distância na aprendizagem dos alunos durante o PI.

Resposta	Sim	Não	Sem certeza
Frequência (%)	5 (22,73)	8 (36,36)	9 (40,91)

Os alunos que consideram não terem sido afetados pelo Ensino à Distância elencam também, na questão Q10, algumas vantagens desta modalidade de Ensino, como: (i) Maior compreensão – 2 respostas; (ii) Maior autonomia – 1 resposta; (iii) Maior concentração – 1 resposta; (iv) Os recursos educativos proporcionados aos alunos – 1 resposta; (v) Maior organização – 1 resposta; (vi) Formas diferentes de aprendizagem; (vii) Melhor gestão do tempo – 1 resposta; (viii) Menos barulho durante a aula – 1 resposta.

Na questão Q11, relativamente à preferência entre aulas em regime presencial e à distância, é notável a preferência pelas aulas presenciais (n=17; 77,3%), tal como se pode verificar na Tabela 13.

Pelos alunos que preferem aulas em regime presencial, são referidas as seguintes vantagens: (i) Aprende mais/melhor – 12 respostas; (ii) O esclarecimento de dúvidas é mais fácil – 7 respostas; (iii) Está mais atento/menos distraído – 6 respostas; (iv) Há mais convívio com os colegas – 4 respostas; (v) É mais empenhado – 2 respostas; (vi) A aula é mais interativa – 2 respostas; (vii) Não existem tantos contratempos – 1 resposta; (viii) Existem mais aulas – 1 resposta; (ix) A rotina é mais

vincada – 1 resposta; (x) Estuda mais – 1 resposta; (xi) Há contacto físico/visual – 1 resposta.

Pelos alunos que preferem aulas à distância, são referidas as seguintes vantagens: (i) Aprende melhor – 2 respostas; (ii) Gere melhor o tempo – 2 respostas; (iii) Aulas são mais dinâmicas – 2 respostas; (iv) Aulas mais produtivas – 1 resposta; (v) Mais tempo para estudar – 1 resposta; (vi) Menos distrações/confusão durante a aula – 1 resposta.

Tabela 13 – Frequência de respostas à preferência entre aulas presenciais e à distância.

Resposta	Presenciais	Distância	Ambas
Frequência (%)	17 (77,3)	4 (18,2)	1 (4,5)

Por fim, na questão Q12, enquadrada no domínio Melhorias, apenas cinco (5) alunos propuseram melhorias à aula lecionada durante este PI (Tabela 14).

Tabela 14 – Frequência de respostas relativamente à existência de melhorias para a aula lecionada.

Respostas	Sim	Não
Frequência (%)	5 (22,73)	17 (77,27)

Os cinco (alunos) propuseram as seguintes melhorias: (i) Maior participação, presença e assiduidade dos alunos – 3 resposta (ii) Mudar o *site* das aulas – 1 resposta; (iii) Mais tempo para analisar o caso – 1 resposta. Assim sendo, deverá ser considerado aumentar o tempo de análise do caso. Os restantes alunos consideraram que não havia melhorias a propor para a realização desta aula.

Capítulo 6. Conclusões

O desenvolvimento desta investigação e a consequente análise e discussão dos resultados obtidos, permite expor um conjunto de conclusões importantes, que se encontram retratadas neste capítulo.

Para tal, este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. O primeiro subcapítulo apresenta as conclusões gerais, sendo referido o cumprimento dos objetivos concetuais e educacionais inicialmente definidos e a resposta para o problema de investigação formulado. No segundo são apresentadas algumas das limitações da

investigação, bem como sugestões de outras linhas de investigação. No terceiro subcapítulo, reflete-se sobre o cumprimento dos objetivos profissionais propostos no primeiro capítulo.

6.1 Conclusões Gerais

O problema de investigação que esteve na base deste estudo pretendeu avaliar o impacto do uso da metodologia de EBC no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, nas temáticas do Vulcanismo e dos Ecossistemas, inseridas no programa de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade.

Os objetivos conceituais definidos tinham como foco relacionar os produtos do vulcanismo com o seu impacto nos ecossistemas e com a fertilidade dos solos. Os resultados obtidos a partir do mapa de conceitos e do questionário comprovam que, no final deste PI, os alunos possuíam um corpo de conhecimentos bastante satisfatório sobre o tema.

Os objetivos educacionais também foram cumpridos. O PI pretendia fomentar o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia educativa aplicada, o EBC, no Ensino de Biologia e de Geologia. Durante a sua implementação, os alunos utilizaram diversas capacidades investigativas, os discentes questionaram, interpretaram, comunicaram e discutiram.

É importante que as escolas adotem metodologias de ensino que potenciem a formação dos alunos, dotando-os de competências essenciais para o exercício de uma cidadania interventiva no século XXI.

Os resultados obtidos com esta investigação são bons indicadores que apoiam a metodologia de EBC como tendo um impacto bastante positivo na aquisição de competências cognitivas e atitudinais dos alunos, fundamentando a importância da sua utilização nas escolas de forma a promover o alcance desses objetivos.

A presente investigação é classificada como um estudo de avaliação, cujo propósito é uma decisão sobre o mérito/valor da aplicação deste PI na abordagem aos temas Vulcanismo e Ecossistemas. Assim sendo, podemos concluir que os resultados obtidos apoiam a aplicação deste PI.

6.2 Limitações da investigação e sugestões para futuras investigações

Devido ao seu enquadramento numa unidade curricular de IPP, incluindo a PES, existe um condicionamento neste estudo.

Assim sendo, um dos constrangimentos inerentes a este estudo relaciona-se com a natureza da amostra, que é de conveniência e não aleatória, e também de reduzida dimensão, impedindo a generalização dos resultados obtidos. Apesar disto, os resultados obtidos funcionam como indicadores dos diversos parâmetros aferidos.

Outra limitação sentida nesta investigação foi o tempo. Com os tempos letivos de aulas síncronas reduzidos, a aplicação desta investigação teve de se reduzir para apenas 50 minutos, tendo sido necessário um trabalho árduo e ritmo de trabalho acelerado. Inerente ao tempo reduzido da aula, também se encontra o facto de a aula ter decorrido à distância. As aulas à distância possuem bastantes limitações quando enquadradas em turmas com muitos alunos, dado que é mais complicado esclarecer as dúvidas dos alunos do que presencialmente, podem existir contratempos como, por exemplo, a rede ir abaixo para alguns alunos sem o professor notar e estes não terem forma de avisar que não conseguiram assistir a uma parte da aula. Além disso, o facto de os alunos não estarem fisicamente presentes não permite que as interações sejam tão naturais e fluídas como em regime presencial.

Tendo em conta o estudo apresentado, podem ainda surgir outras linhas de investigação como, por exemplo, a aplicação deste PI a amostras de maiores dimensões, de forma a obter-se um maior corpo de dados que permitirá apoiar resultados e conclusões mais robustas. Também seria interessante aplicar este PI noutros níveis de ensino, nomeadamente ao 7º ano de escolaridade, onde também é abordada esta temática, de forma a serem obtidos indicadores da eficácia do EBC em faixas etárias mais jovens.

6.3 Implicações da investigação para o desenvolvimento profissional

O presente relatório de estágio foi elaborado durante a etapa final da formação inicial de professores, estando incluído na sua realização um momento de reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais, referidos no capítulo 1.

No que diz respeito ao primeiro objetivo, que se referia à aplicação de competências no âmbito da Investigação em Educação, esta investigação permitiu ao

investigador a aplicação de metodologias de obtenção de dados, sendo também enriquecedor em relação a formas para proceder à análise dos dados.

Em relação ao segundo objetivo, referente ao desenvolvimento de competências no âmbito da preparação e aplicação da metodologia EBC, a investigação requereu, da parte do investigador, uma pesquisa e seleção de informação e conteúdos contínuas. Assim sendo, foi possível contruir um caso o mais correto possível em termos científicos, fiel à realidade dos factos e apelativo aos alunos, de forma a alcançar os objetivos concetuais e educacionais propostos para a investigação.

O último objetivo era o de promover a emancipação profissional docente. A realização deste estudo permitiu observar, em prática, os pressupostos teóricos adquiridos ao longo da formação inicial, edificando saberes superiores e contextualizados. Além disso, a investigação permitiu desenvolver capacidades organizativas, dado que foi o professor-investigador a planificar e calendarizar todas as etapas que constituíram a presente investigação. O desenvolvimento e aplicação desta investigação, permitiu ainda a criação de uma identidade profissional e o desenvolvimento da autonomia e do espírito crítico. Para além disto, reforçou ainda o sentimento de pertença e identidade profissional e a consciencialização do papel de um professor-investigador na comunidade escolar e como parte das aprendizagens das gerações futuras.

É no espaço escolar que a verdadeira formação de um professor se desenvolve. A IPP permite ao professor em formação vivenciar o quotidiano escolar plena e reflexivamente, de forma participativa. Esta etapa da formação é de intensa aprendizagem, que permite experienciar diversas metodologias educativas, possibilitando ao professor perceber com quais mais se identifica, enquanto docente, refletindo sobre as melhores estratégias tendo em conta o tipo de alunos, de forma a contribuir para o seu sucesso, não só escolar, mas como cidadãos.

Considerando que a formação de um professor nunca termina, esta investigação permitiu inequivocamente o crescimento profissional do investigador, materializando-se no seu desenvolvimento e emancipação profissional.

Referências Bibliográficas

- Ahlberg, M. (1993) Concept maps, Vee diagrams and Rhetorical Argumentation (RA) Analysis: Three educational theory-based tools to facilitate meaningful learning. In J. D. Novak, (Eds.), *the Third International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*. Cornell University.
- Ahlberg, M. (2004). Varieties of concept mapping. *Proceedings of the First International Conference on Concept mapping*, 2, 25–28.
- Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação. *Formação profissional de professores no ensino superior*, 1, 21-31.
- Almeida, P. & César, M. (2007). Contributos da interação entre pares, em aulas de Ciências, para o desenvolvimento de competências argumentativas. *Interações*, 3(6), 163-196.
- Alvarenga, I. J. A. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem – Estudo na Escola Básica Amor de Deus*. Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências da Educação e Praxis Educativa. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Antunes, P. & Rodrigues, F. C. (2011). Azores Volcanic Lakes: Factors affecting water quality. In N. E. Peters, V. Krysanova, A. Lepisto, R. Prasad, M. Thoms, R. Wilby, & Zandaryaa, (Eds.), *Water quality: Currents trends and expected climate change impacts* (pp. 106–114). IAHS Publication 348.
- Arnalds, O. (2013). Chapter Six - The Influence of Volcanic Tephra (Ash) on Ecosystems. In D. L. Sparks (Ed.) *Advances in Agronomy Volume 121* (pp. 331-380). Academic Press.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A cognitive View*. Holt Rinehart and Winston.
- Batjes, N. H., (1996). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151–163.
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing.

- Biggs, J., & Tang C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4ª ed.). Open University Press – McGraw Hill Education.
- Boiko, V. A., & Zamberlan, M. A. (2001). A Perspetiva sócio-construtivista na Psicologia e na Educação: O brincar na pré-escola. *Psicologia em Estudo*, 6(1), 51-58.
- Borges, P., Azevedo, E., Borba, A., Dinis, F., Gabriel, R., & Silva, E. (2009). Ilhas Oceânicas. In: H. M. Pereira, T. Domingos & L. Vicente (Eds.), *Portugal Millennium Ecosystem Assessment* (pp. 463-510). Escola Editora.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A. D., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. Cortez.
- Carine, M. A. & Schaefer, H. (2010). The Azores diversity enigma: why are there so few Azorean endemic flowering plants and why are they so widespread? *Journal of Biogeography*, 37, 77-89.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da investigação – Guia para auto-aprendizagem* (2ª edição). Universidade Aberta.
- Castro, P. A. P. P., Tucunduva, C. C., & Arns, E. M. (2008). A importância do planeamento das aulas para organização do trabalho do professor em sua prática docente. *Athena*, 10, 49-62.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (6ª ed.). Routledge.
- Connor, S. E., van Leeuwen, J. F. N., Rittenour, T. M., van der Knaap, W. O., Ammann, B., & Björck, S. (2012). The ecological impact of oceanic island colonization – a palaeoecological perspective from the Azores. *Journal of Biogeography*, 39, 1007-1023.
- Coutinho, C. (2018). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e Prática*. Almedina.
- Coutinho, C. P., & Lisboa, E. S. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5-22.
- Dias, A. G., Guimarães, P., & Rocha, P. (2004). *Geologia 11*. Areal Editores.

- Erskine, J. A., Leenders, M. R., & Mauffette - Leenders, L. A. (1981). *Teaching with cases*. University of Western, Ontario.
- Fernández-Palacios, J. M., de Nascimento, L., Otto, R., Delgado, J. D., García-del-Rey, E., Arévalo, J.R., & Whittaker, R. J. (2011). A reconstruction of Palaeo-Macaronesia, with particular reference to the long-term biogeography of the Atlantic island laurel forests. *Journal of Biogeography*, 38, 226-246.
- França, Z., Cruz, J. V., Nunes, J. C. & Forjaz, V. H. (2005). Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. *Açoreana*, 10, 11–140.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (1996). *Educational research: An introduction*. Longman Publishers USA.
- Gallenstein, N. L., & Larmon, M. (2012). Mathematics concept maps: Go figure! *Children Education*, 88, 6–8.
- Gaspar, J. L., Queiroz, G., Ferreira, T., Medeiros, A. R., Goulart, C., & Medeiros, J. (2015). In: J. L. Gaspar, J. E. Guest, A. M. Duncan, F. J. A. S. Barriga, & D. K. Chester (Eds.), *Volcanic Geology of São Miguel Island (Azores Archipelago)* (pp.33-49). Geological Society of London.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10^a ed.). Pearson.
- Giacalone, D. (2016). Enhancing student learning with case-based teaching and audience response systems in an interdisciplinary food science course. *Higher Learning Research Communications*, 6(3).
- Grotzinger, J. P., & Jordan, T. H. (2014). *Understanding Earth* (7^a ed.). Freeman and Company.
- Guess, A. (2014). A Methodology for Case Teaching: Becoming a Guide on The Side. *Journal of Accounting and Finance*. 14(6), 113-126.
- Harrington, H., & Garrison, J. (1992). Cases as shared inquiry: a dialogical model of teacher preparation. *American Educational Research Journal*, 29(4), 715-735.
- Hirn, A., Haessler, H., Hoang Tronc, P., Wittlinger, G. & Mendes Victor, L. (1980). Aftershock sequence of the January 1, 1980 earthquake and present-day tectonics in the Azores. *Geophysical Research Letters*, 7, 501–504.

- Hoffman, R., & Moon, B. (2010). Knowledge capture for the utilities. *Proceeding of the 7th International Topical Meeting on Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human Machine Interface Technologies (NPIC and HMIT 2010)*, 7–11.
- Kimball, B.A. (1995). *The emergence of case method teaching, 1870s–1990s: A search for legitimate pedagogy*. Poynter Center.
- Madruga, J.S. (1986). *Andossolos dos Açores – Contributo para o seu Estudo* (Provas de síntese para Provas de aptidão Pedagógica e Capacidade Científica). Retirado de Repositório da Universidade dos Açores.
- Madruga, J.S. (1995). *Caracterização e génese do horizonte plácido em solos vulcânicos do Arquipélago dos Açores* (Tese de Doutoramento). Retirado de Repositório da Universidade dos Açores.
- Marshak, S. (2008). *Essentials of Geology* (5ª ed.). Norton & Company.
- 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 a saída da Escolaridade Obrigatória*. Ministério da Educação Direção Geral da Educação.
- McFarlane, D. (2015). Guidelines for Using Case Studies in the Teaching Learning Process. *College Quarterly*, 18(1), 1-6.
- McNaught, C., Lau, W., Lam, P., Hui, M., & Au, P. (2012). The dilemma of case-based teaching and learning in science in Hong Kong: students need it, want it, but may not value it. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1017-1036.
- Miles, J. (1979). *Vegetation dynamics*. Chapman & Hall.
- Miranda, J. M., Luis, J. F., Lourenço, N., & Fernandes, R. M. S. (2015). The structure of the Azores Triple Junction: implications for São Miguel Island. In: J. L. Gaspar, J. E. Guest, A. M. Duncan, F. J. A. S. Barriga, & D. K. Chester (Eds.), *Volcanic Geology of São Miguel Island (Azores Archipelago)* (pp.5-13). Geological Society of London.
- Moon, B., Ross, K., Phillips, J. (2010). Cmap-based Assessment for Adult Learners. In J. Sánchez, A. Cañas, & J. Novak (Eds.), *Concept Maps: Making Learning Beautiful. Proceedings of the Fourth International Conference on Concept mapping* (pp.128-137). Lorn Ediciones.

- Morrison, T. (2001). *Actionable learning: A handbook for capacity building through case-based learning*. Asian Development Bank Institute.
- Mueller-Dombois, D. (1987). Forest dynamics in Hawaii. *Trends in Ecology & Evolution*, 2, 216-219.
- Newhart, D. W. (2015). To learn more about learning: the value-added role of qualitative approaches to assessment. *Research & Practice in Assessment*, 10, 5-11.
- Novak, J. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate prepositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86, 548–571.
- Novak, J. (2010). *Learning, creating and using knowledge: concept maps as facilitative tools in schools and corporations* (2^a ed.). Routledge.
- Novak, J. D. (1977). *A theory of education*. Cornell University Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press.
- Novak, J., & Cañas, A. (2006). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, Technical Report IHMC CmapTools 2006-01*. Florida Institute for Human and Machine Cognition.
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de pesquisa*, 47(166), 1106-1133.
- Nunes, J. (1999.) *A Atividade Vulcânica na Ilha do Pico do Plistocénico superior ao Holocénico: Mecanismo Eruptivo e Hazard Vulcânico* (Tese de doutoramento). Disponível em [http:// www.jcnunes.uac.pt/tese/capítulos/1.htm](http://www.jcnunes.uac.pt/tese/capítulos/1.htm).
- Odum, E. P. (1983). *Basic ecology*. Saunders College Publishing.
- Pereira, R., Winckler, S. T., & Franco, G. M. S. (2008). Re-significação dos princípios do direito ambiental a partir da ecologia. *Revista Sequência*, 56, 123-150.
- Pinheiro, J.A. (1990). *Estudo dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores)* (Tese de doutoramento). Retirado de Repositório da Universidade dos Açores.
- Rampino, M. R., & Self, S. (2000). Volcanism and biotic extinctions. In: Sigurdsson, H. (Eds.), *Encyclopedia of Volcanoes* (pp. 1083-1091). Academic Press.

- Richardson, D. M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity Distributions*, 6(2), 93-107.
- Robock, A. (2000). Volcanic eruptions and climate. *Reviews of Geophysics*, 38, 191–219.
- Schaefer, H. (2003). Chorology and diversity of the Azorean flora. *Dissertationes Botanicae*, 374, 1–130.
- Schaefer, H. (2005). Endemic vascular plants of the Azores: an updated list. *Hoppea*, 66, 275–283.
- Schmincke, H. U. (2004). *Volcanism*. Springer.
- Shabani, K. (2016). Applications of Vygotsky's sociocultural approach for teachers professional development. *Cogent Education*, 3(1), 1-10.
- Shoji, S., & Takahashi, T. (2002). Environmental and agricultural significance of volcanic ash soils. *Global Environmental Research*, 6, 113–135.
- Siebert, L., Simkin, T., & Kimberly, P. (2010). *Volcanoes of the World*, (3^a ed.). Smithsonian Institution, University of California Press.
- Silva, L. (2001), *Plantas vasculares invasoras no arquipélago dos Açores* (Tese de Doutoramento). Retirado de Repositório da Universidade dos Açores.
- Tagawa, H. (1992). Primary succession and the effect of first arrivals on subsequent development of forest types. *GeoJournal*, 28(2), 175-183.
- Thistlethwaite, J. E., Davies, D., Ekeocha, S., Kidd, J. M., MacDougall, C., Matthews, P., Purkis, J., & Clay, D. (2012). The effectiveness of case-based learning in health professional education. A BEME systematic review: BEME Guide No. 23. *Medical teacher*, 34(6), 421–444.
- Thompson, R., & Starzomski, B. M. (2007). What does biodiversity actually do? A review for managers and policy makers. *Biodiversity and Conservation*, 16(5), 1359-1378.
- Triantis, K. A., Borges, P. A. V., Hortal, J. & Whittaker, R. J. (2010). The Macaronesian province: patterns of species richness and endemism of arthropods. In A. R. M. Serrano, P. A. V. Borges, M. Boieiro and P. Oromí (Eds.) *Terrestrial arthropods of*

Macaronesia – biodiversity, ecology and evolution (pp. 49–71). Sociedade Portuguesa de Entomologia.

USGS Hawaiian Volcano Observatory (2018). *Kilauea Volcano – Lava Fountains (Fissure 22)* [Fotografia]. USGS. <https://www.usgs.gov/media/images/kilauea-volcano-lava-fountains-fissure-22>.

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia*. Porto Editora.

Vasconcelos, C., & Faria, J. (2017). Case-Based Curricula Materials for Contextualized and Interdisciplinary Biology and Geology Learning. In L. Leite, L. Dourado, A. Afonso, & S. Morgado (Ed.), *Contextualizing Teaching to Improving Learning: The case of Science and Geography* (pp.245-260). Nova Science Publishers.

Vitousek, P., Chadwick, O., Matson, P., Allison, S., Derry, L., Kettley, L., Luers, A., Mecking, E., Monastra, V., & Porder, S. (2003). Erosion and rejuvenation of weathering-derived nutrient supply in an old tropical landscape. *Ecosystems*, 6, 762–772.

Vora, M., B., & Shah, C., J. (2015). Case-based learning in pharmacology: Moving from teaching to learning. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 5, 21-23.

Voychuk, V. (2017). *Fire on the Mountain - Klyuchevskaya Sopka Russia* [Fotografia]. National Geographic. <https://www.natgeo.pt/fotografia-do-dia/2017/dezembro?image=fileyfgFc0>.

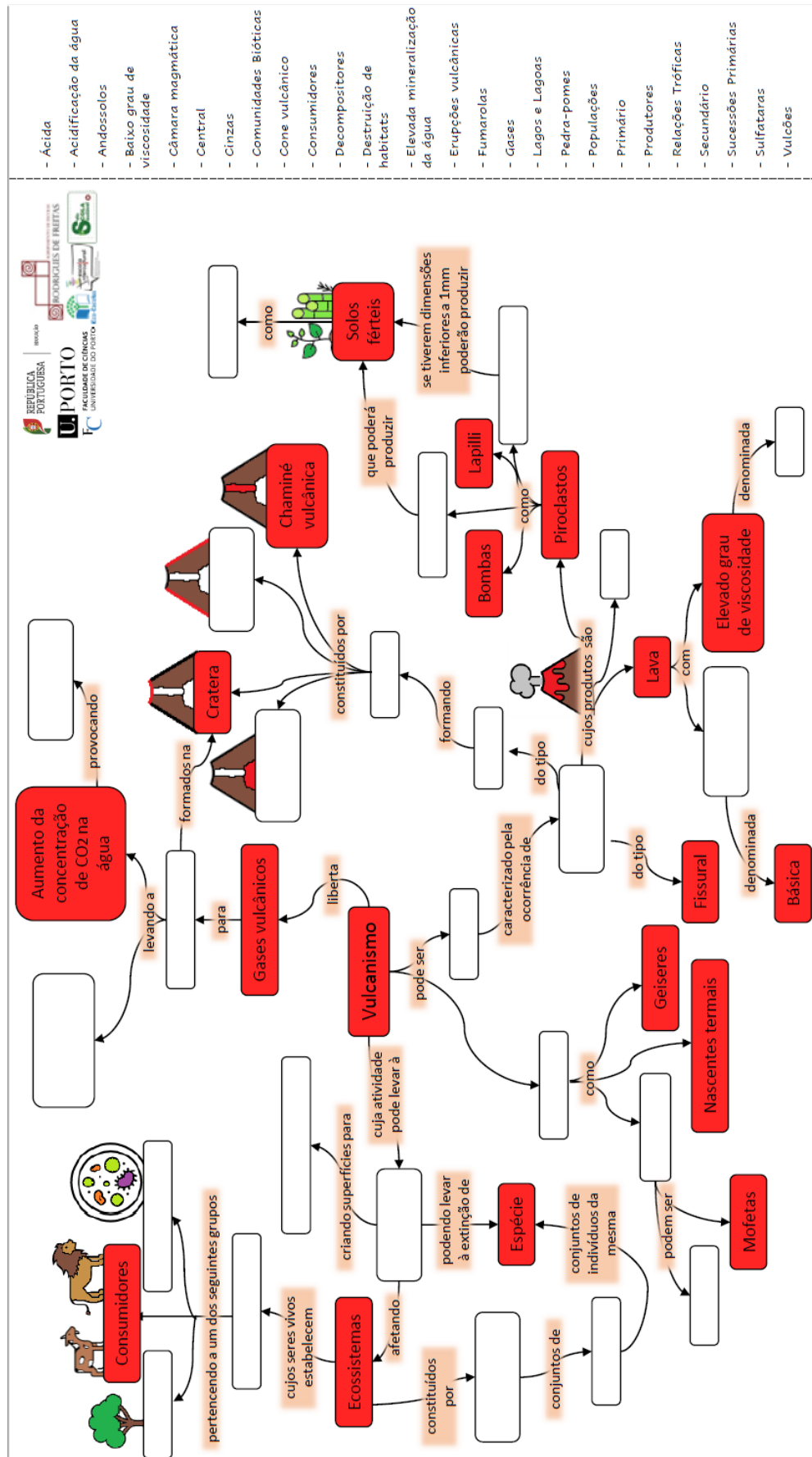
White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. The Falmer Press.

Williams, B. (2005). Case-based learning - a review of the literature: is there scope for this educational paradigm in prehospital education?. *Emergency Medicine Journal*, 22 (8), 577-581.

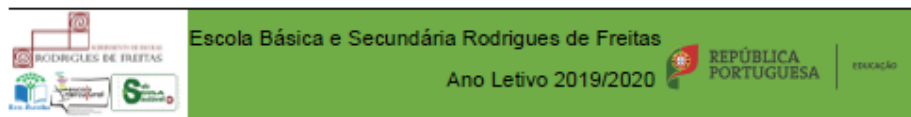
Wilson, E. O. (1997). *A Diversidade da Vida*. Gradiva.

Young, D. (2003). REATH-PIPES AND IGNIVOMOUS MOUNTAINS: Early Concepts of Volcanism. In D. Young (Ed.), *Mind over Magma: The Story of Igneous Petrology* (pp. 3-15). Princeton University Press. doi:10.2307/j.ctv346q6k.6.

Anexo 1. Mapa de conceitos elaborado não preenchido



Anexo 2. Caso desenvolvido



Disciplina: Biologia e Geologia

Vulcanismo Açoriano e os seus impactes nos ecossistemas: um Ensino Baseado em Casos

Autor: Mariana Melo

Palavras-chave: ecossistemas, vulcanismo, Açores, solos, água.

Tempo previsto: 50 minutos

Contextualização curricular: Interpretar situações identificando exemplos de interações entre os subsistemas terrestres; Explicar (ou prever) características de magmas e de atividade vulcânica ativa com base na teoria da Tectónica de placas; Localizar evidências de atividade vulcânica em Portugal e os seus impactes socioeconómicos (aproveitamento geotérmico, turístico e arquitetónico); Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas, órgãos, tecidos e células) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).

Objetivos:

- Desenvolver saberes associados ao vulcanismo;
- Fomentar o raciocínio científico e a literacia científica;
- Potencializar atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo;
- Aprimorar a capacidade de argumentação.

Vulcanismo açoriano e os seus impactes nos ecossistemas

A. Vulcanismo, cinza vulcânica e as suas consequências.

Ao longo da história da humanidade, a atividade vulcânica sempre foi uma das catástrofes naturais mais fascinantes para o Homem. Os vulcões, antes de serem estudados, já eram observados, descritos e retratados na arte, religião e até em lendas, ditando uma atitude de impotência humana contra este fenómeno. O interesse no seu estudo advém não só da sua destrutividade e perigo para a sociedade, como também dos recursos minerais e energéticos que fornece. Para além disto, os vulcões também são as janelas pelas quais se pode estudar o interior da Terra, permitindo perceber os processos ígneos das placas tectónicas que criaram a crosta continental e oceânica da Terra.

A cinza vulcânica libertada durante uma erupção é capaz de se dispersar por grandes áreas, conduzindo a um vasto grau de consequências. As erupções vulcânicas têm tido um grande efeito ao longo do tempo geológico, sendo responsáveis pela alteração da composição da atmosfera, do clima e da geoquímica da superfície da Terra. Algumas das maiores erupções, registadas até à data, tiveram efeitos significativos na evolução biológica, ao criarem invernos "nucleares" e contribuindo para extinções em massa. Felizmente, por norma, as erupções vulcânicas são mais subtis em termos de influência ecológica, sendo mais limitadas às zonas próximas do vulcão. Em casos extremos, as erupções vulcânicas podem obliterar os ecossistemas existentes, criando uma superfície para sucessões primárias - desenvolvimento de vegetação num substrato que não possuía qualquer legado biológico e com baixa fertilidade - formação de habitats.

Quando os depósitos de cinza são muito finos (inferiores a 1 mm), os efeitos nos ecossistemas podem ser positivos. Uma das influências mais distintas das cinzas vulcânicas é o desenvolvimento de solos únicos, os Andossolos. Este tipo de solos possui características e propriedades únicas, com atributos que afetam a sua fertilidade e hidrologia. Estes solos possuem mais reservas de carbono por unidade de área que qualquer outro solo de terra seca. Alguns investigadores referiram ainda que cinza vulcânica acumulada pode aumentar a fertilidade de solos tropicais relativamente antigos. Os Andossolos são normalmente férteis e sustentam grandes densidades populacionais em áreas vulcânicas, mas cobrem apenas 1% da superfície da Terra.

B. Vulcanismo açoriano

O arquipélago açoriano está inserido na junção tripla das placas litosféricas Norte Americana, Africana e Euroasiática. As ilhas que constituem o arquipélago são todas de origem vulcânica, com idades geológicas variadas e morfologias heterogêneas.

A atividade vulcânica registada neste arquipélago caracterizou-se por estilos eruptivos efusivos e/ou moderadamente explosivos. As erupções basálticas que ocorreram estavam relacionadas com fissuras ativas de sistemas vulcânicos enquanto que as erupções do tipo

explosivo estavam associadas a magmas mais ácidos (de composição traquítica) e a vulcões centrais, com a formação de domos vulcânicos.

As formações piroclásticas que afloram nas ilhas açorianas são maioritariamente de composição traquítica (pedra pomes) que, por sofrerem uma rápida meteorização originam solos ricos e espessos, sendo locais mais férteis. Os solos deste arquipélago são de origem vulcânica recente e possuem características hidráulicas incomuns, que permitem uma alternância entre produção de milho e de pastagem durante vários anos sem que as propriedades hidráulicas do solo sejam afetadas.

Para além de alterações nos solos, as erupções vulcânicas também provocaram fenómenos de sucessão primária, após a destruição de ecossistemas, criando habitats nas ilhas. Estes novos habitats são predominantemente colonizados pelas espécies nativas em detrimento de espécies exóticas, visto que as primeiras são melhores a colonizar a rocha nua após uma erupção vulcânica.

Os fluídos vulcânicos são uma fonte de poluição natural. Os lagos que ocorrem neste arquipélago estão predominantemente localizados dentro de crateras dos vulcões. No caso do lago Furnas do Enxofre, na ilha Graciosa, devido à entrada de gases vulcânicos, existem níveis elevados de mineralização, dióxido de carbono e acidificação da água.

Debate: Os Prós e Contras da atividade vulcânica.

Questões:

1. Que interações ocorrem entre os produtos do vulcanismo e os ecossistemas? Refere duas.
2. De que forma os produtos do vulcanismo alteram os solos?
3. Refere dois impactes positivos e dois negativos do vulcanismo nos ecossistemas.
4. Que tipo de magma está associado à formação de Andossolos, nos Açores?
5. Qual a vantagem de uma erupção vulcânica para as espécies nativas dos Açores?
6. Ordena segundo uma ordem biológica crescente os seguintes conceitos: Ecossistema; Tecido; Espécie; Comunidade; População; Organismo; Célula.
7. Que materiais são libertados durante uma erupção vulcânica como a que deu origem aos solos férteis dos Açores?

[illegible]

Anexo 4. Questionário online

Vulcanismo açoriano e os seus impactes nos ecossistemas: um Ensino Baseado em Casos

Este formulário serve para a avaliação da aula que tiveram sobre o vulcanismo açoriano e os seus impactes nos ecossistemas. Contém 4 questões de domínio científico e as seguintes são de avaliação (por vocês) à metodologia, Tema, Ensino à Distância e Melhorias que propõem. Sejam o mais sinceros possível e não consultem materiais para responder ao questionário.

***Obrigatório**

Nome *

A sua resposta

Data de nascimento *

Data

dd/mm/aaaa 

Que impactes positivos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas? *

A sua resposta

Que impactes negativos consideras que o vulcanismo tem para os ecossistemas? *

A sua resposta

Que tipo de magma está associado à formação dos Andossolos, nos Açores? *

☐ Ácido

☐ Básico

Que materiais são libertados durante uma erupção vulcânica como a que deu origem aos solos férteis nos Açores? *

- ☐ Cinza, lava encordoa, bombas vulcânicas
- ☐ Cinza, pedra-pomes, bombas vulcânicas
- ☐ Lava em almofada, pedra-pomes, cinza
- ☐ Lava escoriáceas, cinza, bombas vulcânicas

De que forma classificas o teu nível de satisfação com a aula em que participaste? *

	1	2	3	4	5	
Muito baixo	☐	☐	☐	☐	☐	Muito elevado

Preferes este tipo de aulas em relação a outras aulas mais comuns? (Usa como exemplo comparativo as aulas expositivas/teóricas) *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Sem certeza

Qual é, para ti, a principal vantagem destas aulas? *

A sua resposta

Como classificas o nível de importância do tema abordado para o teu futuro percurso escolar? *

	1	2	3	4	5	
Muito baixo	☐	☐	☐	☐	☐	Muito elevado

Consideras que o facto de a aula ter ocorrido por ensino à distância poderá ter afetado negativamente a tua aprendizagem? *

- ☐ Não
- ☐ Sim
- ☐ Sem certeza

Caso consideres que o ensino à distância não afetou a tua aprendizagem, que vantagens encontras neste tipo de ensino? *

A sua resposta

Se no próximo ano letivo pudesses escolher entre aulas presenciais ou à distância, o que preferias? Justifica com 3 argumentos. *

A sua resposta

Consideras que poderá haver alguma melhoria para esta aula? Se sim, qual(ais)? *

A sua resposta

Plano de Aula Biologia e Geologia – 10ºA

Professor:	Mariana Melo	Data:	09/06/2020	Duração:	50 min	Nº alunos:	24
Tema:	Vulcanismo açoriano e os seus impactos nos ecossistemas.						
Conexão com aulas anteriores:	Vulcanismo.	Conexão com aulas seguintes:	N/A				
Objetivos Gerais:	No final da aula, o estudante deverá ser capaz de relacionar os produtos do vulcanismo com o seu impacto nos ecossistemas e com a fertilidade dos solos.						
Aprendizagens Essenciais:	Interpretar situações identificando exemplos de interações entre os subsistemas terrestres; Explicar (ou prever) características de magmas e de atividade vulcânica ativa com base na teoria da Tectónica de placas; Localizar evidências de atividade vulcânica em Portugal e os seus impactos socioeconómicos; Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica e estrutura dos ecossistemas.						

Fase	Conteúdos Programáticos	Métodos e Técnicas Pedagógicas	Recursos Didáticos	Avaliação	Conceitos
Introdução	- Apresentação dos objetivos da aula; - Apresentação do caso "Vulcanismo açoriano e os seus impactos nos ecossistemas".	Exposição Ensino Baseado em Casos	Computador ou <i>smartphone</i> com acesso às aulas síncronas. Caso fornecido pelo professor.		- Vulcanismo - Placa tectónica - Vulcanismo intraplaca - Vulcanismo interplaca - Limites de placas - Cinza vulcânica - Andossolos - Ecossistemas
Desenvolvimento	- Debate sobre os impactos positivos e negativos do vulcanismo; - Os alunos completam um mapa de conceitos.	Ensino Baseado em Casos	Computador ou <i>smartphone</i> com acesso às aulas síncronas. Caso fornecido pelo professor. Mapa de conceitos fornecido pelo professor.	Completar um mapa de conceitos.	- Espécie - Relações tróficas
Conclusão	- Síntese Final.	Exposição	Computador ou <i>smartphone</i> com acesso às aulas síncronas.	Questionário na web a fazer depois da aula.	