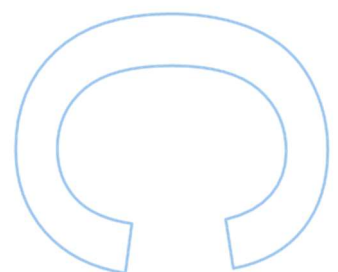
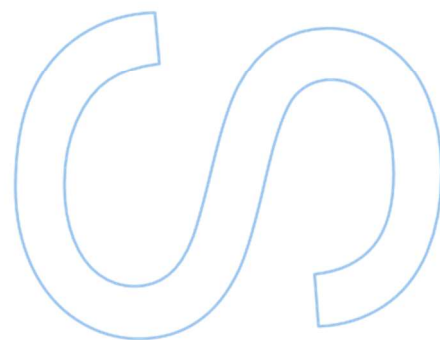
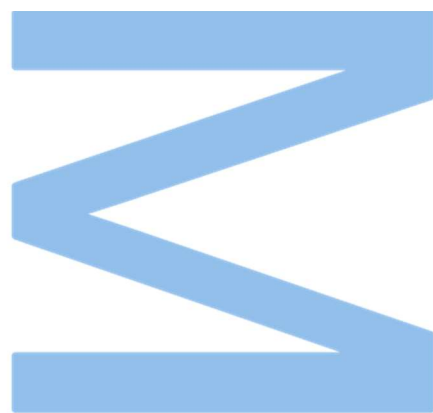


Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de atividades práticas laboratoriais para alunos do 10º ano de escolaridade: métodos indiretos de estudo da geosfera - geotermia e geomagnetismo

Sandra Isabel Gomes Pereira

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024



Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de atividades práticas laboratoriais para alunos do 10º ano de escolaridade: métodos indiretos de estudo da geosfera - geotermia e geomagnetismo



Sandra Isabel Gomes Pereira

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2024

Professora Orientadora

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

Agradecimentos

À orientadora científica, Professora Doutora Cecília Guerra, pela sua incansável disponibilidade, cuidadosa e desafiante orientação e indispensável apoio e motivação.

À coordenadora do mestrado, Professora Doutora Clara Vasconcelos, pela orientação na construção de aprendizagens e desenvolvimento de competências ao longo deste Mestrado de Ensino.

À professora cooperante pela sua partilha profissional e pessoal das boas práticas no processo de ensino-aprendizagem e na relação com a comunidade educativa, e em particular com os alunos, assim como pela sua infindável vontade de aprender e coleção de viagens “geobiológicas” e ainda pela exemplar postura didática e científica, aumentando ainda mais o meu respeito, admiração e entusiasmo por esta profissão.

Ao colega de estágio, Pedro Vicente, pela gentileza, companheirismo e empatia, nas ansiedades e saberes geológicos e didáticos partilhados.

Às professoras do grupo disciplinar de Biologia e Geologia da escola onde decorreu o estágio pela simpatia e inclusão nas atividades letivas e não letivas, pela disponibilização de saberes e recursos para uma integração ainda mais produtiva e feliz.

Aos restantes membros da comunidade educativa, docentes e não-docentes, em particular à D. Ana, pela sua simpatia, dedicação e iniciativa inesgotáveis ao longo do estágio.

Aos meus alunos pelo respeito, simpatia e entusiasmo com que abraçaram as iniciativas que lhes eram propostas e aos quais desejo muitos sucessos académicos e pessoais.

Aos colegas de mestrado pelo companheirismo e pelo crescimento profissional que fizemos juntos, assim como a todos os docentes do mestrado que contribuíram para a minha formação profissional.

Às minhas amigas de mestrado Beatriz, Daniela, Inês e Vânia, muito obrigada! Partilhar este caminho convosco foi maravilhoso! Quer pessoal, quer profissionalmente! Vocês sabem!

Às minhas colegas de trabalho, Aida e Cristina, por “segurarem as pontas” sempre que precisava de tempo para a realização deste mestrado! Sem a vossa compreensão e paciência não teria conseguido!! Muito obrigada!

À minha família, os meus filhos Pedro e João e os meus pais, por todo o apoio e carinho, sem o qual não teria sido possível esta caminhada!

Resumo

O estudo da estrutura interna da geosfera assenta em vários métodos como a geotermia e o geomagnetismo, tendo sido fundamentais para o desenvolvimento dos modelos físicos e químicos da estrutura da Terra, assim como no estabelecimento da teoria da tectónica das placas. Desta forma, são essenciais as aprendizagens relativas a estes métodos para a interpretação e previsão da dinâmica interna da geosfera.

A construção das aprendizagens pelos alunos é potenciada por metodologias ativas que promovem a sua autonomia e estimulam a cooperação entre pares, sendo o trabalho prático em grupo uma estratégia didática que responde a estes objetivos. Em particular nas ciências experimentais o carácter laboratorial das atividades práticas integrado no ensino orientado para a investigação aproxima os alunos da realidade investigativa, fomentando o sentido crítico e aumentando a literacia científica.

Pretendeu-se assim clarificar o contributo da aplicação de uma sequência didática na área da Geologia baseada em atividades práticas laboratoriais integradas no Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação para a promoção das aprendizagens essenciais relativas aos métodos indiretos de estudo da estrutura interna da geosfera, geotermia e geomagnetismo, numa turma do 10º ano de escolaridade.

Recorreu-se à metodologia de investigação-ação aplicada a uma amostra de 20 alunos duma turma do 10º ano, duma escola secundária da Região Metropolitana do Porto. O estudo apoiou-se na recolha de dados através de técnicas qualitativas nomeadamente observação participante e análise documental, recorrendo a uma grelha de observação grupal, uma ficha de trabalho de grupo, um teste de diagnóstico, pré- e pós implementação da sequência didática, e um teste cognitivo.

Os resultados obtidos demonstraram que a implementação da sequência didática fomentou uma melhoria de desempenho dos alunos nos conhecimentos de geotermia e geomagnetismo na caracterização da geosfera. Quanto às aprendizagens procedimentais sobre a metodologia científica aplicada nas atividades laboratoriais revelaram melhores resultados na formulação de hipóteses e elaboração de procedimentos e maiores fragilidades na discussão dos resultados. Por fim, os alunos desenvolveram atitudes importantes para o processo investigativo, nomeadamente de responsabilidade, cooperação e autonomia.

Em suma, a sequência didática permitiu aproximar os conceitos teóricos e a compreensão dos fenómenos naturais de geotermia e geomagnetismo no estudo do interior da geosfera, através das atividades laboratoriais em grupo, desenvolvendo nos

alunos maior consciência e sensibilidade para a necessidade da investigação em ciência e para a complexidade da metodologia científica e promovendo o pensamento crítico e cooperativo na realização das atividades práticas.

Palavras-chave: geosfera, métodos indiretos, geotermia, geomagnetismo, trabalho prático laboratorial, ensino orientado para a aprendizagem por investigação, investigação-ação

Abstract

Geosphere internal structure study is based on various methods such as geothermy and geomagnetism that have been fundamental for the development of physical and chemical models of the Earth's structure, as well as in the establishment of the plate tectonics theory. Thus, learning about these methods is essential for the interpretation and prediction of the internal dynamics of the geosphere.

The learning construction by students is enhanced by active methodologies that promote their autonomy and stimulate cooperation between peers, with practical group work being a didactic strategy that responds to these objectives. Particularly in experimental sciences, the laboratory nature of practical activities, integrated in inquiry-based learning, brings students closer to the investigative reality, fostering critical thinking and increasing scientific literacy.

This study aimed to clarify the contribution of the application of a didactic sequence based on practical laboratory activities integrated in inquiry-based learning for the promotion of essential learning related to indirect methods of study of the internal structure of the geosphere, geothermy and geomagnetism, in a class of the 10th grade. The research-action methodology was applied to a sample of 20 students from a 10th grade class of a secondary school in the Metropolitan Region of Porto. The study was based on data collection through qualitative techniques, namely participant observation and document analysis, using a group observation grid, a group worksheet, a diagnostic test, pre- and post-implementation of the didactic sequence, and a cognitive test.

The results obtained showed that the didactic sequence implementation fostered an improvement in the students' performance in the knowledge of geothermy and geomagnetism in the characterization of the geosphere. As for the procedural learning about the scientific methodology applied in laboratory activities, they revealed better results in the formulation of hypotheses and elaboration of procedures and weaknesses in the results discussion. Finally, the students developed important attitudes for the investigative process, namely responsibility, cooperation and autonomy.

The didactic sequence allowed to bring together the theoretical concepts and the understanding of the natural phenomena of geothermy and geomagnetism in the study of the interior of the geosphere, through group laboratory activities, developing students awareness and sensitivity to the need for research in science and to the complexity of scientific methodology and promoting critical and cooperative thinking in the realization of practical activities.

Keywords: geosphere, indirect methods, geothermy, geomagnetism, practical laboratory work, inquiry based learning, research-action methodology

Índice

Índice de abreviaturas.....	11
Índice de figuras	12
1. Introdução.....	13
1.1. Contexto do estudo	13
1.2. Finalidade, questão e objetivos de investigação.....	17
1.3. Estrutura do relatório	18
2. Enquadramento teórico.....	20
2.1. Ensino da Geotermia e geomagnetismo.....	20
2.2. Ensino orientado para a aprendizagem por investigação em geociências.....	23
2.2.1. Atividades práticas laboratoriais em Geociências.....	26
3. Sequência didática de intervenção	29
3.1. Perfil da turma do 10.º ano de escolaridade	29
3.2. Contextualização curricular	31
3.3. Atividades de aprendizagem e recursos didáticos	33
3.3.1. Aula 1	36
3.3.2. Aula 2	36
3.3.3. Aula 3	37
3.3.4. Aula 4	38
4. Metodologia de investigação.....	39
4.1. Paradigma de investigação	39
4.2. Plano de Investigação -Ação	39
4.3. Recolha de dados	40
4.3.1. Recolha documental e Observação Participante	41
4.4. Análise de dados.....	43
4.5. Questões de ética	45
5. Resultados e Discussão	47
5.1. Resultados da aplicação do Pré- teste	47
5.2. Resultados da aplicação da ficha de trabalho laboratorial	52
5.3. Resultados da aplicação do Pós-teste.....	55
5.4. Resultados da aplicação do teste final cognitivo	57
6. Conclusões.....	60
6.1. Resposta às questões de investigação	60
6.2. Limitações do estudo	62

6.3. Estudos futuros	62
Referências bibliográficas.....	64
Apêndices.....	74
Anexos	88

Índice de abreviaturas

AEs	Aprendizagens essenciais
ATs	Aprendizagens transversais
BioGeo	Biologia e Geologia
EOAI	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
FQ	Física e Química
IPP	Iniciação à Prática Profissional
MEBG	Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário
MEC	Ministério da Educação e Ciência
PASEO	Perfil do aluno à saída do ensino obrigatório
PES	Prática Ensino Supervisionada
PE	Professor Estagiário
PI	Professor Investigador
PII	Projeto de investigação-intervenção
TL	Tempo letivo
UC	Unidade Curricular

Índice de figuras e tabelas

Figura 1. Esquema representativo das principais fases do EOIA e suas relações.....	24
Figura 2. Variantes de EOAI.....	26
Figura 3. Relações entre trabalho prático laboratorial, experimental e trabalho de campo (retirado de Leite, 2000, pg 79).....	27
Figura 4. Esquema representativo das etapas EOAI aplicadas nas aulas da SD.....	33
Figura 5. Descrição-resumo das atividades e recursos desenvolvidos na SD e respetivas AEs e competências PASEO.....	35
Figura 6. Imagens recolhidas durante a aula prática laboratorial	37
Figura 7. Ciclo da metodologia de investigação-ação (retirado de Castro et al., 2012, pg. 7) ...	40
Figura 8. Exemplares das respostas ao pré-teste sobre geomagnetismo (à esquerda) e sobre geotermia (à direita)	48
Figura 9. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geotermia no pré-teste	50
Figura 10. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geomagnetismo no pré-teste.....	50
Figura 11. Exemplares de respostas incorretas relativas às consequências do desaparecimento campo magnético terrestre, com referência a efeitos da gravidade (A) e/ou efeitos da presença de uma atmosfera protetora (B).....	51
Figura 12. Nível de desempenho dos seis grupos nas fases do processo investigativo das atividades práticas laboratoriais propostas.....	52
Figura 13. Nível de desempenho dos seis grupos nas atitudes demonstradas durante a realização das atividades práticas laboratoriais propostas e observadas pelo PE	53
Figura 14. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geotermia no pós-teste	56
Figura 15. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geomagnetismo no pós-teste.....	57
Figura 16. Percentagem de alunos com pontuação em cada uma das 6 questões constituintes do teste cognitivo.....	58
Tabela 1. Cronograma de implementação do PII na turma do 10º ano.....	16
Tabela 2. Aspetos a incluir num <i>currículum</i> de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos (Adaptado de Cachapuz et al, 2005, pg 63).....	25
Tabela 3. Descritores das aprendizagens essenciais e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI relacionados com o Programa de Intervenção (MEC, 2018).....	32
Tabela 5. Questões do teste de diagnóstico, com distinção de tipologia e AEs a avaliar.....	42
Tabela 6. Questões do teste cognitivo, com distinção de tipologia e AEs a avaliar.....	42
Tabela 7. Critérios de análise da ficha de trabalho em grupo relativos à aplicação dos passos da metodologia científica e respetivos níveis de desempenho.....	44
Tabela 8. Critérios de análise da grelha de observação participante dos grupos relativos à realização das atividades laboratoriais desenvolvidas e respetivos níveis de desempenho.....	45
Tabela 9. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste.....	47
Tabela 10. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste sobre geotermia.....	48
Tabela 11. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste sobre geomagnetismo.....	48
Tabela 12. Estatística descritiva das classificações obtidas no pós-teste.....	55
Tabela 13. Estatística descritiva dos resultados obtidos no pós-teste sobre geotermia.....	55
Tabela 14. Estatística descritiva dos resultados obtidos no pós-teste sobre geomagnetismo...	55

1. Introdução

Neste capítulo apresenta-se o contexto do estudo, a finalidade, questão e objetivos de investigação e a estrutura do relatório de estágio realizado no âmbito da Iniciação à Prática Pedagógica (IPP).

1.1. Contexto do estudo

Na formação inicial de professores, a implementação de uma investigação em educação favorece a consciencialização dos futuros profissionais para a necessidade de uma monitorização do ensino baseada em evidências e indicadores, reformulando e orientando a prática profissional para a melhoria contínua (Freitas et al., 2024; Luo, 2017). Em paralelo, a aplicação de metodologias de investigação desenvolve também a compreensão do processo e as particularidades da investigação educacional, identificando as suas potencialidades e limitações, e familiariza com os tipos de investigação em educação em ciências, o que contribui para a formação de profissionais mais capazes de uma prática educativa crítica e interventiva (Freitas et al., 2024; Luo, 2017).

Nesta atividade de professor-investigador (PI) são fundamentais as competências de observação, questionamento, pesquisa, análise e interpretação, associadas ao papel do professor como agente no processo de ensino-aprendizagem, que identifica, gere e propõe a resolução de problemáticas educativas (Alarcão, 2001; Nóvoa, 2017). Em paralelo, o professor é o mediador da construção efetiva de aprendizagens e do desenvolvimento de competências pelos alunos, quando os coloca no centro da aprendizagem, através da aplicação de metodologias ativas de ensino (Erickson et al., 2020).

Os estudos sobre o papel das metodologias ativas no ensino das disciplinas STEM - *Science, Technology, Engineering and Mathematics* revelaram uma optimização na aprendizagem das ciências, com os alunos a evidenciarem melhor desempenho em comparação com as metodologias não-ativas (Bransford et al., 2000; Freeman et al., 2014). É também relevante mencionar que, para muitos alunos, a aprendizagem para ter significado é, para além uma construção cognitiva, uma construção social (Lombardi et al., 2021).

No ensino das ciências, em particular, o professor deve promover as competências de questionamento e investigação dos alunos, contribuindo para o aumento da sua literacia científica, sendo o ensino orientado para a aprendizagem por

investigação (EOAI) ou *inquiry based learning* uma metodologia de ensino que se tem mostrado eficaz no desenvolvimento de competências investigativas dos alunos, como o sentido crítico, a autonomia e o espírito colaborativo (Cachapuz *et al*, 2005; Firman *et al.*, 2019; Huang, 2021).

Dado que o objeto de estudo das ciências experimentais são os componentes químicos, físicos e biológicos do meio, aprender ciências através de atividades práticas que impliquem observar, manusear e manipular objetos pode contribuir para a construção de representações e aprendizagens mais aproximadas à realidade, assim como um maior domínio dos processos científicos (Apeadido *et al*, 2024; Millar, 2004).

No ensino da geologia, em particular, observa-se alguma dificuldade na compreensão de conceitos e processos geológicos, quer associada à sua complexidade, quer resultante das escalas geológicas temporal e espacial (King, 2015). Numa publicação sobre o ensino de métodos indiretos (geotermia entre outros) no estudo da geosfera descreve-se um pior desempenho dos alunos nesta área da geologia comparativamente às áreas da biologia (Henriques, 2016). Assim, o recurso a atividades práticas que ligam dois 'domínios' do conhecimento: o domínio dos objetos e das suas propriedades e eventos observáveis, por um lado, e o domínio das ideias, facilitarão assim a aprendizagem dos alunos (Millar *et al.*, 2002; Toplis, 2012).

Existem ainda evidências de várias conceções erróneas relativas à estrutura do interior da Terra, tais como considerar que o calor interno da Terra não resulta do decaimento radioativo mas de um arrefecimento pouco eficiente, ou que a composição química e a densidade não afetam a fusão dos materiais ou até mesmo que não existem camadas no interior da Terra (Cardoso *et al.*, 2018; Guffey & Slater, 2020), pelo que é fundamental a sua identificação para que a (re)construção dos conhecimentos dos alunos seja direcionada para os modelos cientificamente aceites.

Contudo, o ensino da Geologia nas escolas secundárias portuguesas continua a carecer de atividades práticas, havendo alguns estudos que indicam que as estratégias baseadas em trabalho prático, tais como o trabalho de campo, o trabalho experimental e o trabalho laboratorial, são motivadoras para os alunos e podem resultar em aprendizagens efetivas, quando inseridas em metodologias de ensino e aprendizagem ativas (Esteves *et al*, 2013; Barros *et al*, 2012).

O recurso ao trabalho prático laboratorial tem sido recomendado no Ensino das Ciências Naturais e da Biologia e Geologia (BioGeo), dado que promove a manipulação e observação de materiais e objetos e a recolha de dados em situações representativas do trabalho de investigação em ciência (Gericke *et al.*, 2022). Contudo, a baixa representatividade destas aulas em Portugal parece resultar de um conjunto de fatores

nomeadamente: a complexidade quer conceptual, quer processual das mesmas; a lacuna de formação e experiência dos professores em realizar aulas de trabalho prático; assim como pelo contexto social das escolas (Ferreira & Morais, 2014, 2023).

É ainda de salientar que no domínio da Geologia, “Modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera” (Ministério da Educação e Ciência, 2018), os métodos indiretos abordados e, em particular, o Geomagnetismo, têm sido considerados pouco aprofundados nos currículos de BioGeo do ensino secundário (Correia & Gomes, 2014), apesar da importância dos estudos paleomagnéticos para o desenvolvimento dos modelos subjacentes à Teoria da Tectónica de Placas. O insuficiente desenvolvimento destas aprendizagens essenciais (AEs) pelos alunos pode afetar o processo de construção de conhecimentos necessários à compreensão dos modelos atuais da estrutura e dinâmica interna da Terra, interferindo ainda com outras aprendizagens inerentes aos modelos. É também relevante a informação relativa às AEs de Geologia avaliadas em exame nacional de BioGeo, com as AEs sobre métodos indiretos geotermia e geomagnetismo a integrarem os exames nacionais de BioGeo em todos os anos letivos desde 2012/2013 (exceto em 2017/2018), em pelo menos uma das fases do exame nacional (Instituto de Avaliação Educativa, 2023). Conhecendo a exigência requerida nos exames e a importância do desempenho dos alunos nesta prova para acesso ao ensino superior e continuidade dos seus estudos, a construção destas AEs, a par de outras, é assim fundamental para o sucesso escolar dos alunos.

Esta problemática educativa – **dificuldades de aprendizagem dos alunos sobre o tema da geotermia e geomagnetismo** – motivou a professora estagiária (PE) a escolher a disciplina da Geologia para a realização de um projeto de investigação-intervenção (PII) a ser implementado no âmbito da unidade curricular IPP do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (MEBG).

O PII teve como alvo uma turma do 10º ano de escolaridade com a qual a PE lecionou durante a PES no ano letivo 2022/2023 (de setembro de 2022 a maio de 2023). O presente relatório de estágio que culmina na apresentação do PII resulta da elaboração e implementação PII com uma turma do 10º ano de escolaridade de uma escola básica (3º ciclo) e secundária da região metropolitana do Porto.

A identificação da problemática a investigar no âmbito do PII iniciou-se com a fase de identificação do problema, seguida da elaboração do projeto, implementação do estudo e término com a fase de tratamento e análise de dados, de acordo com cronograma pré-definido (Tabela 1). As duas últimas fases da investigação estenderam-

se até ao mês de outubro de 2024, ultrapassando assim o período inicialmente pré-definido.

Tabela 1. Cronograma de implementação do PII na turma do 10º ano

Meses	09/23	10/23	11/23	12/23	01/24	02/24	03/24	04/24	05/24
Fases									
Observação da turma e identificação do Problema									
Contextualização e elaboração do projeto									
Implementação do estudo									
Análise dos resultados									
Elaboração do relatório de estágio									

A partir da observação não participante realizada durante a primeira fase da PES (setembro de 2022 e outubro de 2022), a PE verificou que os alunos, por várias vezes, quando chamados a recordar conhecimentos de Físico-Química (FQ) do 3º ciclo do ensino básico (EB) tais como, por exemplo, os processos de transferência de calor ou a relação entre a variação da pressão e da temperatura e necessários à compreensão e interpretação dos dados geológicos, os alunos da turma do 10.º ano mostravam algum espanto ou afirmavam “mas nós estamos em Geologia!”. Este comportamento observado pela PE durante a PES demonstrou que os alunos tinham alguma resistência a este processo de interdisciplinaridade, ou seja, articular conteúdos da Geologia com conteúdos da FQ, por exemplo. A PE constatou ainda que muitos alunos do 10.º ano de escolaridade têm dificuldade em mobilizar conhecimentos de outras disciplinas, neste caso em particular da Física, para aplicar na Geologia.

1.2. Finalidade, questão e objetivos de investigação

Tendo em conta o exposto, a PE considerou importante que as atividades a desenvolver no projeto de PII deveriam evidenciar que a interpretação de vários fenómenos geológicos dependem da mobilização de conhecimento de outras áreas científicas, e sendo importante valorizar as aprendizagens de outras disciplinas (como é o caso da FQ).

Em simultâneo, a promoção da interdisciplinaridade é uma característica da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI), e traduz-se na realidade da investigação científica onde grande parte dos projetos envolvem equipas multidisciplinares e/ou investigadores com especialização em áreas como a Geofísica, a Geoquímica, entre outras.

O presente estudo teve como finalidade:

- desenvolver (conceber, implementar e avaliar) uma sequência didática (SD) numa turma do 10º ano de escolaridade, sendo explorada a temática “Geotermia e Geomagnetismo: métodos indiretos de estudo do interior da Terra” com recurso ao ensino orientado para a investigação apoiado em atividades práticas laboratoriais.

Com este projeto de investigação pretendeu-se dar resposta à seguinte questão de investigação:

- “De que forma a aplicação de uma sequência didática baseada em atividades práticas laboratoriais integradas no ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI) promove as AEs relativas aos métodos de estudo geotermia e geomagnetismo da estrutura interna da geosfera em alunos do 10º ano de escolaridade?”.

Atendendo à questão de investigação formulada, e de forma a orientar a aplicação do PII foram definidos ainda :

Objetivos de aprendizagem científicos:

- Aprofundar conhecimentos em geotermia e geomagnetismo para caracterização do interior da geosfera previstos para o domínio “Métodos indiretos de estudo do interior da geosfera: geotermia e geomagnetismo” (MEC, 2018)

- Compreender e assimilar as fases de aplicação do método científico aquando do trabalho prático laboratorial em geociências.

Objetivos educacionais/pedagógicos:

- Promover a literacia científica e o raciocínio científico dos alunos através de atividades e recursos didáticos produzidos seguindo os princípios da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI);
- Potenciar o desenvolvimento de competências investigativas nos alunos através da realização de atividades práticas laboratoriais, aproximando os conceitos teóricos e a compreensão dos fenómenos naturais de geotermia e geomagnetismo no estudo do interior da geosfera;
- Desenvolver o trabalho cooperativo entre os alunos previstos no PASEO .

Objetivos Profissionais:

- Desenvolver atividades práticas laboratoriais aplicáveis no ensino da Geologia do 10º ano de escolaridade, assinalando as suas limitações e potencialidades
- Otimizar o uso da metodologia de ensino orientado para a investigação suportada por aulas práticas laboratoriais;
- Construir competências na preparação e aplicação do ensino orientado para a investigação;
- Desenvolver competências na investigação em educação, incluindo na identificação das problemáticas, na seleção das metodologias de investigação mais adequadas e na discussão de resultados;
- Promover a autonomia profissional docente através de uma ação participante e reflexiva.

1.3. Estrutura do relatório

Este trabalho encontra-se estruturado em seis capítulos que incluem a introdução, com a apresentação do contexto do estudo e a definição da questão, finalidades e objetivos de investigação do projeto de investigação-intervenção (PII). Segue-se o segundo capítulo, com o enquadramento educacional e científico, e o terceiro capítulo com a sequência didática implementada, distinguindo-se a caracterização da turma e as atividades e os recursos educativos desenvolvidos. No quarto capítulo é descrita a metodologia de investigação aplicada, passando depois para o quinto capítulo de apresentação e discussão dos resultados. O último capítulo é o das

conclusões da investigação. São, por fim, apresentadas as referências bibliográficas e os anexos e apêndices.

2. Enquadramento teórico

Neste capítulo enquadra-se o ensino da geotermia e do geomagnetismo, o ensino orientado para a aprendizagem por investigação em geociências e as atividades práticas laboratoriais em geociências, os quais constituem áreas fundamentais ao desenvolvimento deste PII.

2.1. Ensino da Geotermia e geomagnetismo

Na disciplina de Biologia e Geologia no 10º ano de escolaridade são abordados os vários métodos que se destinam a estudar, direta ou indiretamente, a estrutura e constituição internas da Terra, identificando e distinguindo os contributos fornecidos por cada método. De acordo com Dias et al. (2013):

São métodos indiretos os que se destinam a estudar indiretamente a Terra através de dados fornecidos por diferentes ramos da ciência onde se incluem a Geotermia, dedicada ao estudo da génese e da distribuição do calor interno da Terra, bem como da sua dissipação permanente através da superfície, e do geomagnetismo, estudo do campo magnético terrestre atual e em épocas mais remotas (paleomagnetismo) (Dias et al., 2013, p1).

Deste modo, o estudo e ensino da geologia não podem ser dissociados de conhecimentos de outras áreas científicas como a Física e a Química, entre outras, sendo pertinente uma abordagem interdisciplinar e contextualizada dos processos geológicos, de forma a uma interpretação mais realista do mundo natural, na sua globalidade e complexidade (Orion, 2001).

O campo magnético da Terra é um dos aspetos mais intrigantes deste planeta e foi uma das primeiras propriedades físicas a ser estudada na tentativa de conhecer a sua origem e interações, sendo crucial para a caracterização da estrutura e composição da geosfera (Gilbert, 2021). De facto, os dados relativos ao campo magnético atual e ao existente no passado, estudado no âmbito do paleomagnetismo, contribuíram para a formulação da teoria da tectónica das placas, clarificando sobre aspetos físicos e químicos das estruturas e dos processos que ocorrem no interior da geosfera (Bustos et al., 2018). Para a interpretação plena e rigorosa dos dados sobre geomagnetismo é assim fundamental conhecer esta propriedade física, o campo magnético, a qual, em Portugal, integra as AEs sobre electromagnetismo da disciplina de FQ no 11º ano de escolaridade (MEC, 2018b). Na perspetiva da aplicação destas AEs à área da Geologia e, desta forma, potenciar o sucesso nas aprendizagens do geomagnetismo seria

necessária uma melhor articulação interdisciplinar, mas que está assim limitada pela estruturação das AEs para o ensino secundário.

Outro fator já identificado como perturbador da construção de conhecimentos é a existência de concepções erróneas pelos alunos que, numa perspetiva construtivista da aprendizagem, pode afetar o processo de aprendizagem pelo aluno (Cachapuz et al., 2000). Também na área da geologia foram identificadas várias concepções erróneas (Cardoso et al., 2018; Guffey & Slater, 2020) pelo que o professor deve identificá-las e orientar o aluno no sentido da construção de concepções cientificamente corretas e atuais. Em particular para o geomagnetismo, Borges (2002) identificou um conjunto de concepções erróneas (alternativas) algumas das quais já previamente referenciadas como “O campo magnético tem, para a maioria dos alunos o poder de atrair os corpos”, isto é, “O campo magnético e o campo gravítico são um só” e “O campo magnético do passado não é registado nas rochas” (Marques, 1998). Outras concepções alternativas identificadas pela autora relacionam-se com a ideia de que “o campo geomagnético não contribui para o conhecimento da História da Terra” ou “o campo magnético se origina nos polos” ou ainda “o campo magnético terrestre apresenta, em qualquer lugar da Terra, sempre a mesma direcção”. Também no mesmo estudo, a utilização da bússola, como instrumento de trabalho dos geólogos revelou concepções erróneas como “A Agulha magnética possui um movimento autónomo”. Para ultrapassar estas dificuldades e conduzir os alunos a modelos científicos corretos, a autora sugeriu a aplicação de estratégias didáticas que se enquadram no trabalho prático, incluindo trabalho laboratorial, sendo que algumas das atividades sugeridas foram aplicadas neste PII.

A evolução da tecnologia de deteção e medição do campo magnético, como a magnetometria, em conjunto com a recolha de dados via satélite e o desenvolvimento de modelos avançados do campo geomagnético, têm permitido caracterizar a geosfera de forma mais precisa e completa (Schanner et al., 2023).

Assim, a aliança entre ciência e tecnologia não pode ser quebrada e no ensino da geologia também se observa o recurso a abordagens educativas que expõe os alunos a esta interdependência. No caso do ensino do geomagnetismo, um estudo de Correia & Gomes (2017) recorreu a uma atividade prática laboratorial para desenvolver aprendizagens sobre o campo magnético e o paleomagnetismo necessárias à compreensão da teoria da tectónica das placas, na disciplina de Geologia do 12º ano. Mas para avaliar a suscetibilidade magnética e deste modo concluir sobre a mineralogia e geoquímica de amostras foi fundamental a utilização de um magnetómetro, através da colaboração com uma instituição de ensino superior, já que esta tecnologia não está disponível nas escolas do ensino secundário. Esta limitação presente nas escolas

secundárias no acesso a equipamentos ou recursos importantes para a realização de alguns trabalhos práticos laboratoriais e experimentais requer o desenvolvimento de estratégias ou recursos alternativos que simulem a realidade investigativa nestas áreas. Na atualidade, é possível usar um telemóvel como magnetómetro, permitindo a deteção e medição da intensidade e direção do campo magnético em qualquer local da Terra, que combinado com a instalação de uma aplicação gratuita *CrowdMag*, fornece informação sobre o campo magnético terrestre e a sua variação temporal e espacial, contribuindo assim para o desenvolvimento de modelos do campo magnético terrestre (*National Centers for Environmental Information, 2023*). Esta iniciativa americana surge associada à abordagem de ciência cidadã, contribuindo para a literacia científica dos cidadãos e em simultâneo para a construção de conhecimento nesta área do geomagnetismo. Também esta potencialidade foi incluída numa das atividades práticas desenvolvidas neste PII.

Apesar da relevância do geomagnetismo para o estudo da estrutura e dinâmica interna da Terra, estudos prévios evidenciaram que os professores de BioGeo consideravam que esta temática era pouco aprofundada no ensino secundário em Portugal (Correia & Gomes, 2014), sendo escassas as publicações sobre o ensino do geomagnetismo em Geologia evidenciando-se o trabalho de Correia (2014), onde este método de estudo é abordado inserido em AEs do 12º ano de escolaridade, relativas à teoria da tectónica das placas, e um estudo direcionado para a sua aplicação no ensino superior (Jiménez et al., 2018).

Quanto aos dados obtidos pelo método de geotermia estes fornecem informação valiosa ao identificar regiões com elevada entalpia e, desta forma, com potencial energético, recurso este renovável e sustentável, assim como outras aplicações com impacto económico e social nas populações humanas (Aniko, 2022). Os dados geotérmicos são também fundamentais na monitorização da atividade vulcânica (Wang & Pang, 2023).

Atualmente o calor interno da Terra resulta da energia proveniente do decaimento radioativo e do movimento gravitacional prevendo-se que, quando se esgotarem os elementos radioativos, a produção de energia por decaimento radioativo cessa, levando ao arrefecimento da Terra (Lowry, 2018; Murphy, Dostal & Nance, 2009).

Quanto ao ensino da geotermia no contexto da geologia evidenciam-se as abordagens que recorrem ao trabalho prático de campo (Dohaney et al., 2015) ou ao ensino deste método indireto através de abordagem expositivas sem recurso a metodologias ativas (Henriques, 2016) ou a trabalho prático com recurso ao quadro interativo e à realização de esquemas e legendas (Barata, 2014). Existem também um

conjunto de concepções erróneas já identificadas relativas às características geotérmicas da geosfera nomeadamente que o calor interno da Terra resulta de um arrefecimento insuficiente em vez de resultar da energia térmica libertada no decaimento dos isótopos radiativos (Libarkin & Anderson, 2005).

Em suma, e da pesquisa bibliográfica efetuada, os estudos sobre o ensino da geotermia e geomagnetismo como métodos indiretos de estudo da geosfera ao nível do ensino secundário são reduzidos e, dos existentes, não aplicam a abordagem definida para esta investigação.

2.2. Ensino orientado para a aprendizagem por investigação em geociências

As orientações atuais para a educação em ciência são, claramente, de natureza sócio-construtivista, com o aluno a produzir e desenvolver conhecimentos e competências através da relação, seleção e adição de informação à pré-existente e da exposição a processos de aprendizagem que estimulam a interpretação do meio, o sentido crítico e a autonomia (Carretero, 1993; Ormrod, 2017).

Para a aprendizagem de ciências, Hodson (1993) propôs três objetivos: aprender os conceitos, modelos e teorias científicas; aprender a natureza e história da ciência; e por fim aprender a fazer ciência, isto é, aplicar os métodos científicos. Mais recentemente, adicionou outro objetivo relacionado com a discussão das questões sócio-económico-ambientais e éticas do domínio da ciência (Hodson, 2014).

Alguns estudos sobre as aprendizagens cognitivas desenvolvidas em intervenções educativas com EOAI revelam melhor desempenho dos alunos quando comparadas com intervenções não inseridas nesta metodologia (Furtak et al, 2016; Lazonder & Harmsen, 2016).

Num estudo efetuado com alunos do ensino secundário que desenvolveram trabalho prático experimental nas aulas de BioGeo verificou-se que os alunos compreendem o que é o trabalho experimental e consideram-no importante para a sua aprendizagem, no entanto não sabem propor, de forma autónoma, uma atividade experimental que vise obter respostas para uma questão problema (Bento, 2013)

A aprendizagem por investigação pode proporcionar aos alunos mais autonomia (por exemplo, na formulação de perguntas e na escolha de como abordá-las) e oportunidades para interações significativas e relações positivas (Duschl, 2008).

No entanto, devem ser bem definidas as etapas desta metodologia de forma a atingirem-se os objetivos de aprendizagem pré-definidos, tendo sido propostas por

Pedaste et al. (2015) um conjunto de fases para aplicação da metodologia EOIA e que incluem a orientação, conceptualização, investigação, conclusão e discussão (fig.1).

De facto, é fundamental iniciar o processo com a introdução do tema a abordar, despertando a curiosidade e conduzindo o aluno à exploração da temática, de forma a aceder a conhecimentos científicos essenciais e atuais sobre a mesma e terminando com a identificação da problemática a estudar, constituindo esta a fase de orientação. Segue-se a conceptualização que, de acordo com os mesmos autores, resulta na formulação da hipótese/s a investigar, e é mediada pelo questionamento. Após esta fase, desenvolve-se a atividade de investigação propriamente dita, com o planeamento (desenho experimental), execução e recolha de dados, e por fim a interpretação dos dados à luz dos conhecimentos disponíveis, apoiando ou refutando a hipótese em análise. A discussão é transversal às fases anteriores já que através da comunicação os alunos expõem as suas hipóteses, resultados, conclusões, interagindo com outros elementos do grupo e turma, enquanto que através da reflexão se questionam as possíveis implicações e limitações de cada fase deste processo.

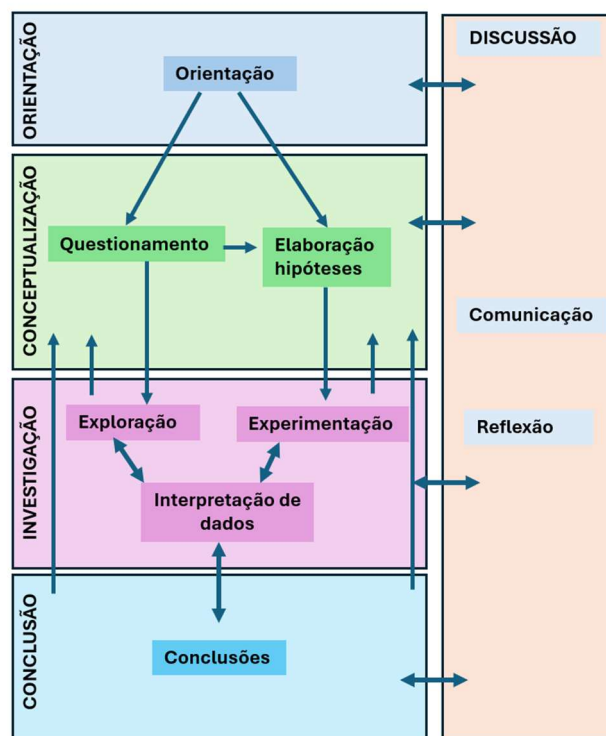


Figura. 1 Esquema representativo das principais fases e sub-fases do EOIA e suas relações (adaptado de Pedaste et al., 2015, pg 56)

Desta forma, a **metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI)** em que os alunos assumem o papel de agentes da prática científica não contribui apenas para desenvolver as aprendizagens conceptuais e

processuais, mas também expõe-nos à natureza da ciência, elucidando como o conhecimento científico está sujeito a revisão pelos pares e é baseado em evidências cuja interpretação do significado é influenciada pela amostra, modelos e técnicas escolhidas pelos investigadores (Pluta et al, 2011; Sandoval et al, 2016).

De acordo com Cachapuz et al (2005) as atividades a desenvolver no âmbito do ensino das ciências para um desenvolvimento da literacia científica devem afastar o educador das visões reducionistas do que é a investigação científica, propondo os autores um conjunto de aspetos a ter em conta na aplicação dessas abordagens didáticas, resumidas na tabela 2.

Tabela 2. Aspetos a incluir num *currículum* de ciências para favorecer a construção de conhecimentos científicos (Adaptado de Cachapuz et al, 2005, pg 63)

Aspetos relevantes para a construção de conhecimentos científicos
1. Apresentam-se situações problemáticas abertas de um nível de dificuldade adequado?
2. Propõe-se uma reflexão sobre o possível interesse das situações propostas que dê sentido ao seu estudo?
3. Propõe-se uma análise qualitativa, significativa, que ajude a compreender e a balizar as situações propostas e a formular perguntas operativas sobre o que se procura?
4. Propõe-se a emissão de hipóteses, fundamentadas nos conhecimentos disponíveis, suscetíveis de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas, funcionalmente, as pré-concepções?
5. Propõe-se a elaboração de estratégias (no plural), incluindo, no seu caso desenhos experimentais?
6. Propõe-se a análise profunda dos resultados, à luz do corpo de conhecimentos disponíveis, das hipóteses tidas em conta e/ou dos resultados de outras equipas?
7. Propõe-se a consideração de possíveis perspetivas, em particular as implicações CTSA do estudo realizado?
8. Pede-se um esforço de integração que considere a contribuição do estudo realizado à construção de um corpo coerente de conhecimentos, as possíveis implicações em outros campos de conhecimentos, etc.?
9. Presta-se atenção à comunicação como aspeto essencial da atividade científica?
10. Potencia-se a dimensão colectiva do trabalho científico organizando equipas de trabalho e facilitando a interacção entre as equipas e a comunidade científica?

O EOAI pretende assim envolver os alunos na formulação de perguntas, na planificação e na execução das atividades de pesquisa, na recolha e análise de dados, assim como na discussão crítica sobre o significado dos resultados, identificando as

limitações inerentes às atividades de investigação, isto é, na aprendizagem de uma metodologia científica (Barron & Darling-Hammond, 2008).

A aplicação da metodologia de EOAI no ensino das ciências pode assumir variantes de acordo com o grau de dependência da instrução-orientação do professor, representado na figura 2 (Aditomo & Klieme, 2020). Quando estas variantes de EOAI foram comparadas tendo em conta as aprendizagens conceptuais construídas assim como as atitudes desenvolvidas pelos alunos observou-se uma associação positiva entre o EOAI orientado pelo professor e as AEs e competências adquiridas, apoiando assim o papel do professor como agente facilitador de aprendizagens efetivas (Aditomo & Klieme, 2020; Jiang & McComes, 2015)

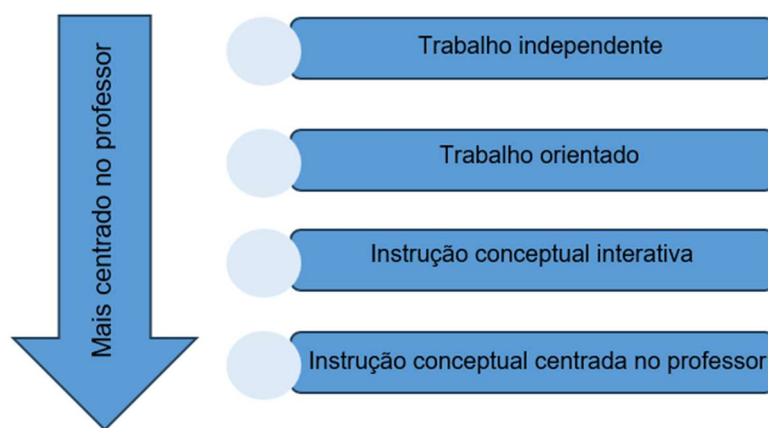


Figura 2. Variantes de EOAI (Adaptado de Aditomo & Klieme, 2020, pg 515)

i. Atividades práticas laboratoriais em Geociências

No ensino das ciências, o trabalho prático é uma estratégia educativa que contribui não só para a construção de aprendizagens conceptuais, mas também para o fomento de várias competências científicas e aumento da motivação dos alunos (Hofstein, 2017, Osborne, 2015).

Na Lei de Bases do Sistema Educativo português e, em particular, relativamente aos objetivos estabelecidos para o ensino secundário faz-se referência a “fomentar a aquisição e aplicação de um saber cada vez mais aprofundado assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação” (Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro, pg 3071), competências também estimuladas pelo trabalho prático (Leite, 2001).

No estudo de Bonito & Oliveira (2023) de revisão sistemática da literatura sobre o conceito de trabalho prático no ensino das ciências revela-se que este inclui, com mais frequência, três grandes ideias:

- a) deve ser integrador da manipulação de materiais em atividades práticas de acordo com uma abordagem *hands-on*;
- b) incluir a mobilização de competências associadas a processos científicos, dirigindo-se para uma melhor compreensão da natureza da ciência;
- c) mobilizar conhecimento científico, em linha com uma abordagem *minds-on* (Oliveira & Bonito, 2023).

O trabalho prático laboratorial é descrito como uma estratégia que envolve a realização de atividades com utilização de material de laboratório, podendo ser efetuadas num laboratório ou mesmo na sala de aula se não forem necessárias condições especiais (Leite, 2001). Para além do trabalho laboratorial, o trabalho prático inclui ainda o trabalho de campo, que se realiza ao ar livre, onde se observa o desenrolar dos acontecimentos naturalmente, e ainda o trabalho prático experimental, quando envolve o controlo e manipulação de variáveis (Fig. 3).

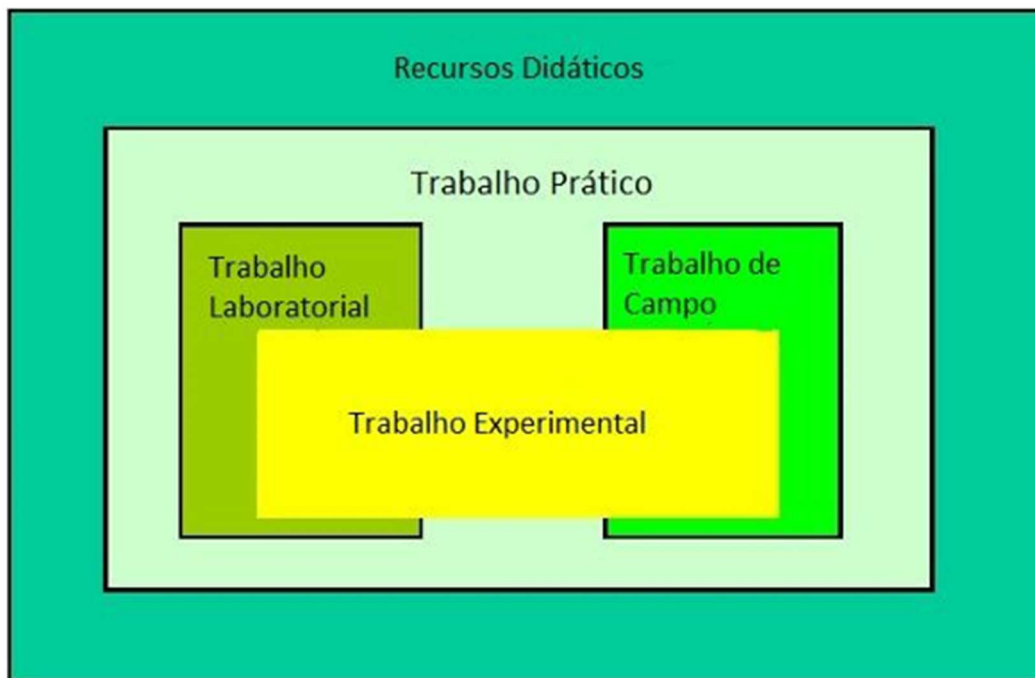


Figura 3. Relações entre trabalho prático laboratorial, experimental e trabalho de campo (retirado de Leite, 2000, pg 79)

Em Geologia, o trabalho prático laboratorial tem sido uma estratégia descrita em vários estudos de didática educacional ainda que em menor número quando comparado à área da Biologia, o que se prende também com as especificidades desta área de estudo. Assim, nos estudos de Marques et al. (1997), refletindo sobre a aplicação do trabalho prático laboratorial são discutidos alguns aspetos a considerar aquando da implementação deste tipo de estratégia, nomeadamente:

- a interpretação dos fenómenos analisados deve considerar a interdependência de outros processos geológicos, devendo ser interpretado numa perspetiva holística;
- a escala espaço temporal geológica não pode ser dissociada dos processos em estudo;
- o dinamismo permanente dos processos geológicos inclui fenómenos pouco perceptíveis e outros mais expressivos, devendo assumir-se com relevância semelhante no estudo da geologia;
- a observação descritiva de fenómenos geológicos deve ser realizada a par com a interpretação dos mesmos, a partir de conhecimentos prévios.

Tendo por base os conhecimentos descritos sobre a metodologia de EOAI e o contexto da turma e PES e os objetivos de aprendizagem definidos para os alunos nesta intervenção, incluindo reforço de conhecimentos conceituais e assimilação da metodologia científica, e recorrendo à tipologia de atividades laboratoriais mais adequadas àqueles objetivos de acordo com Silva & Leite (1997), foi construída a sequência didática a aplicar neste PII.

2. Sequência didática de intervenção

Neste capítulo, dividido em três partes, descreve-se o perfil da turma do 10º ano de escolaridade em que se aplicou este PII, assim como a contextualização curricular do tema escolhido para a investigação e as atividades e recursos desenvolvidos para a mesma, com descrição das aulas integrantes da SD.

a. Perfil da turma do 10.º ano de escolaridade

A presente investigação foi implementada numa turma de 10º ano de escolaridade sendo a amostra constituída por 20 alunos com idades compreendidas entre os 15 e 16 anos, com 11 participantes do sexo feminino e 9 participantes do sexo masculino.

A turma é, na sua maioria, de nacionalidade portuguesa, à exceção de 1 aluno do sexo feminino que é de nacionalidade brasileira. Todos os alunos são residentes do distrito do Porto e um encontra-se a repetir o 10º ano de escolaridade, sendo, contudo, a primeira vez que frequenta a disciplina de BioGeo. Houve 3 alunos que integraram a turma, mas que não foram incluídos na amostra devido a ausência na data de aplicação do pós teste.

A caracterização inicial da turma baseou-se nos dados recolhidos pelo diretor de turma através da aplicação de questionários aos alunos e encarregados de educação, assim como informação recolhida dos processos escolares dos alunos relativas ao 3º ciclo do ensino básico, no sentido de identificar eventuais dificuldades e lacunas em áreas disciplinares e necessidades educativas específicas.

Observou-se que a turma apresentava uma média de idades normal para o 10º ano de escolaridade, 14,5 anos, com a maioria dos alunos a pertencer a agregados familiares residentes no município do agrupamento e com habilitações académicas superiores, o que tem sido um preditor positivo de sucesso escolar dos educandos (Chesters, 2016).

Vários alunos manifestaram expetativas elevadas relativamente ao futuro profissional, identificando a saúde e a informática como futuras áreas de trabalho, o que implica a frequência do ensino superior e, no caso do acesso ao ensino superior público, exige notas finais elevadas, quer nas classificações da avaliação contínua do ensino secundário, quer dos exames nacionais.

De facto, da análise do percurso escolar dos alunos no 3º ciclo, a classificação média para a maioria dos alunos foi de Bom ou Muito Bom, o que constituiu um indicador

positivo para o desempenho escolar. No entanto, metade dos alunos da turma referiram não ter hábitos de estudo regulares “diários” e tinham atividades extracurriculares maioritariamente desportivas.

Existem estudos que apontam para os benefícios das atividades extracurriculares na saúde dos alunos, nas suas várias dimensões, física, mental e social, e que se refletem também num maior sucesso escolar (Donwels et al., 2024). Contudo, muitas destas atividades requerem várias horas de dedicação semanal, o que implica elevada organização e gestão do tempo de forma a conciliar todas as atividades e não comprometer o sucesso escolar.

De facto, nesta turma observou-se que no início do 1º período alguns alunos revelavam descanso insuficiente, com dois alunos a adormecerem esporadicamente nas aulas e outros a manifestarem sonolência, justificada por treinos desportivos fisicamente exigentes.

Quando consultada a informação do questionário relativa a “Quantas horas costumas dormir por dia” a média reportada pelos alunos foi de 8,0 horas, valor que está no limite inferior do intervalo recomendado para a faixa etária dos 13 aos 18 anos, 8 a 10 horas de sono (Paruthi et al., 2016).

Estas observações, em conjunto com a recolha dos documentos citados (ex. respostas dos alunos ao questionário), alertaram para a necessidade de um acompanhamento mais próximo dos alunos, de modo a detetar eventuais dificuldades na aprendizagem por falta de atenção e por participação reduzida nas aulas. Esta preocupação resulta da relação que se tem vindo a observar entre o baixo número de horas de sono e/ou uma fraca qualidade do sono e um pior desempenho escolar dos adolescentes (Dewald et al, 2011; Shochat et al, 2013). Foi também fomentada a implementação de estratégias didáticas e recursos educativos ainda mais apelativos e desafiantes, que estimulassem a participação ativa dos alunos.

Ao longo das aulas, logo nas primeiras semanas do ano letivo, identificaram-se alguns alunos “conversadores” e que constituíam foco de perturbação de aula pelo que a planta da sala referente às aulas em salas não laboratoriais sofreu algumas alterações. Assim foram aplicadas medidas universais nomeadamente acomodações curriculares de suporte à aprendizagem de acordo com o DL54/2018 ajustando a planta da turma numa tentativa de minimizar focos de distração, a qual se manteve até ao momento de término da PES. Quanto à planta das aulas a decorrer no laboratório manteve-se praticamente constante ao longo do ano letivo.

Nas aulas, a maioria dos alunos estava atento, mas apenas alguns alunos participam de forma consistente. Pontualmente foi necessário reportar que dois ou três

alunos estavam “a dormir” e noutros casos “a conversar” mas em geral mostravam-se motivados para a aprendizagem.

Numa primeira avaliação teórico-prática formativa sobre o “Método científico” aplicada pela professora coordenadora verificou-se que 6 dos 24 alunos revelaram resultados negativos. As questões onde houve maior dificuldade foram as relativas ao conceito de “controlo da experiência” e algumas de interpretação dos dados e discussão dos resultados e a sua comunicação nas respostas abertas. Tendo em conta a observação da turma e os resultados obtidos na ficha formativa anterior discutiu-se que estes alunos, estariam ainda a adaptar-se às exigências deste novo ciclo, ensino secundário, revelando, contudo, falta de estudo e/ou método de trabalho mas mostrando entusiasmo na realização das tarefas propostas.

b. Contextualização curricular

Esta investigação educacional traduziu-se na elaboração de uma sequência didática (SD) inspirada pela metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI) onde se concebeu, implementou e avaliou o impacto da realização de atividades práticas laboratoriais por alunos de uma turma do 10º ano de escolaridade da disciplina de biologia e geologia sobre o subdomínio de métodos indiretos do estudo da geosfera - Geotermia e Geomagnetismo”.

A temática deste estudo encontra-se alinhada com as AEs estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 10º ano de escolaridade (MEC, 2018) e apresentadas na tabela 3.

Em simultâneo, a implementação deste PII favorece o desenvolvimento de diversas competências PASEO identificadas na mesma Tabela.

Tabela 3. Descritores das aprendizagens essenciais e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI relacionados com o Programa de Intervenção (MEC, 2018).

Domínio	Métodos indiretos de estudo do interior da geosfera: geotermia e geomagnetismo
Aprendizagens Essenciais	- Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia (grau e gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra (AE1); - Interpretar evidências de mobilismo geológico com base na teoria da Tectónica de Placas (placa litosférica, limites divergentes/construtivos, convergentes/destrutivos e transformantes/conservativos, rift e zona de subducção, dorsais e fossas oceânicas)(AE2); - Interpretar modelos da estrutura interna da Terra com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo) (AE3).
Descritores do perfil dos alunos	C- Raciocínio e resolução de problemas (Investigador) D- Pensamento crítico e pensamento criativo (Crítico e criativo) E- Relacionamento interpessoal (Colaborador) F- Desenvolvimento pessoal e autonomia (Responsável) I- Saber científico, técnico e tecnológico (Conhecedor)
Ações estratégicas de ensino orientadas para o perfil do aluno	Investigador: - pesquisa autónoma e criteriosa sobre as temáticas em estudo; - aprofundamento de informação; Crítico e criativo: - problematização de situações (...); - formulação de hipóteses e predições face a um fenómeno ou evento; - conceção de situações em que determinado conhecimento possa ser aplicado; Conhecedor: - rigor, articulação e uso consistente de conhecimentos; - Análise de (...) situações, identificando os seus elementos ou dados; Responsável: - assunção de compromissos e responsabilidades adequadas ao solicitado; - organização e realização autónoma de tarefas; Colaborador: - participar de forma construtiva em trabalho de grupo; -fornecer feedback para melhoria ou aprofundamento de ações.

c. Atividades de aprendizagem e recursos didáticos

A SD organiza-se em quatro aulas sobre o domínio “Métodos indiretos de estudo do interior da geosfera: geotermia e geomagnetismo”, como descrito na figura 4, onde se articulou com as etapas do EOA.

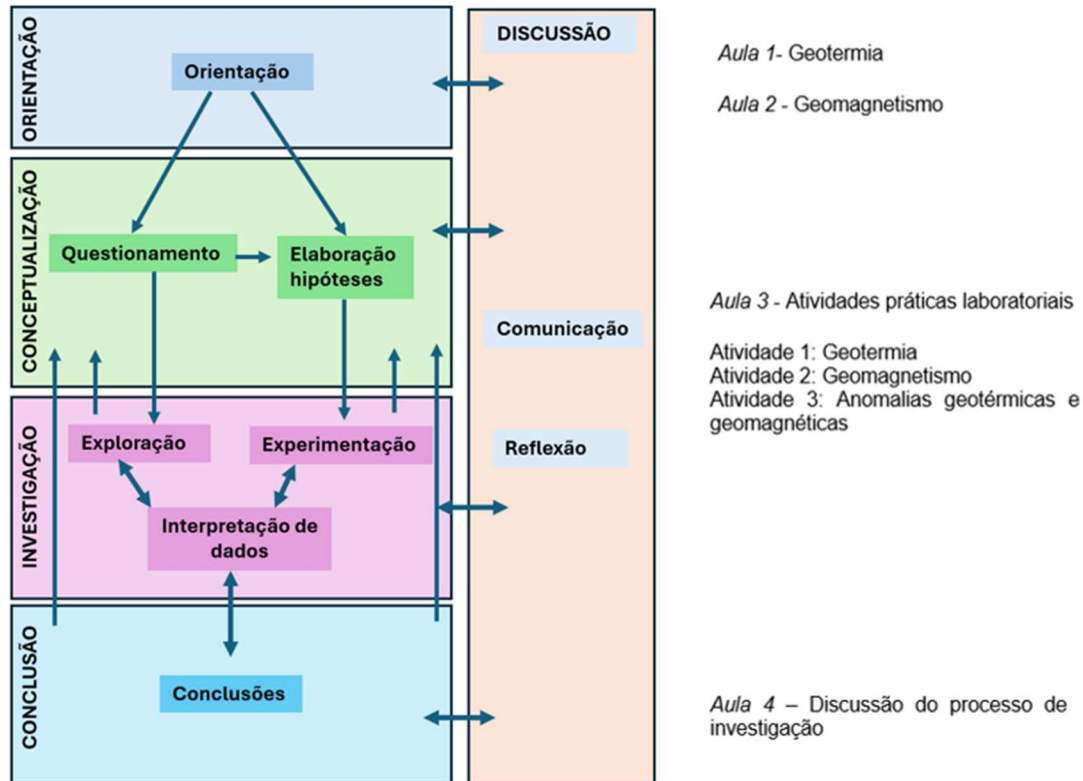


Figura 4. Esquema representativo das etapas EOAI aplicadas nas aulas da SD

Nesta SD, as duas primeiras aulas tinham como objetivo dotar os alunos de conhecimentos conceptuais sobre os fenómenos geotérmicos e geomagnéticos, tendo-se recorrido maioritariamente à estratégia de Questionamento. Esta estratégia foi implementada de forma a confrontar os alunos com questões-problema e posterior levantamento de hipóteses explicativas. Esta estratégia tem sido associada a um melhor desempenho do aluno na construção de conhecimentos (Schein & Coelho, 2008), dado que promove a mobilização de conhecimentos prévios e integra-os na construção de novas aprendizagens, fomentando em simultâneo o raciocínio e a criatividade na resolução de novos problemas (Jaworski, 2015). Esta estratégia também se tem revelado uma mais-valia no ensino da geologia, quer na deteção de dificuldades de

aprendizagem, quer na estimulação do pensamento crítico dos alunos (Rodrigues, 2012).

Na terceira aula desenvolveram-se atividades práticas no laboratório. Aplicou-se a estratégia de trabalho prático laboratorial numa abordagem que congregou os passos da metodologia científica e a construção de conhecimento concetual, de acordo com os objetivos primordiais do trabalho laboratorial propostos por Leite (2001) numa adaptação de Silva & Leite (1997). Esta tipologia de trabalho laboratorial apoia-se em investigações e “experiências orientadas para a determinação do que acontece” (Leite, 2001), podendo assumir, de acordo com a mesma autora, um grau de abertura variável, tendo em conta as informações fornecidas ao aluno e as solicitadas. Neste PII o PE optou por atividades laboratoriais do tipo investigação, já que foi fornecida ao aluno a questão problema e a contextualização teórica correspondia aos conteúdos abordados nas primeiras duas aulas da SD, mas sendo os restantes elementos elaborados pelo aluno, em grupo de trabalho, com algumas indicações dadas pelo PE. Na última aula, expuseram-se as dificuldades identificadas em particular no desenho experimental e na discussão de resultados, sendo ainda explorada de forma resumida a atividade 3. Na figura 5 encontra-se sintetizadas as aulas lecionadas assim como as AEs, e competências PASEO, descrevendo as estratégias aplicadas, recursos utilizados e produtos.

Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de atividades práticas laboratoriais para alunos do 10º ano de escolaridade: métodos indiretos de estudo da geosfera - geotermia e

Aulas	Aes	PASEO	Descricao	Recursos	Produtos
Aula 1 23/01/2	•Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia (grau e		Métodos indiretos de estudo da geosfera-	Miniteste diagnostico	Minteste Geotermia
			Geotermia:Atividade Papel Lápis; Apresentação ppt com	Geotermia_Apendice PI_Avaliação; ppt aula	preenchido I_Apendice PI_Produtos Grelha
Aula 2 24/01/2	gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra.		Questionamento e identificacao de problemas e	Geotermia_Apendice	classificacoes Miniteste
			Levantamento hipóteses explicativas.	PI_Recursos	Geotermia_Apendice PI_Avaliacao
Aula 3 25/01/2024	• Interpretar evidências de mobilismo geológico com base na teoria da Tectónica de Placas (placa litosférica, limites divergentes, convergentes e transformantes/conservativos, rift e zona de subducção, dorsais e fossas oceânicas)	C- Raciocínio e resolução de problemas (Investigador)	Métodos indiretos de estudo da geosfera-Geomagnetismo:	Miniteste diagnostico	Minteste Geomagnetismo
			Atividade Papel Lápis; Apresentação ppt com	Geomagnetismo_Apendice PI_Avaliação ppt aula	preenchido II_Apendice PI_Produtos Grelha
Aula 4 30/01/2024	• Interpretar modelos da estrutura interna da Terra com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo)	D - Pensamento Crítico e Pensamento Criativo (Crítico e Criativo);	Questionamento e identificacao de problemas e	geomagnetismo_Apendice	classificacoes Miniteste
			Levantamento hipóteses explicativas.	PI_Recursos	Geomagnetismo_Apendice PI_Produtos
Pós-Intervenção		E - Relacionamento interpessoal (Colaborador);	Atividade Prática laboratorial- geotermia e geomagnetismo:	Ficha trabalho grupo laboratorial_Apendice PI_Recursos Grelha	Ficha Trabalho Grupo Laboratorial preenchida Apendice PI_Produtos Grelha
			observacao grupal_Apendice PI_Avaliação	observacao grupal_Apendice PI_Avaliação	Apendice PI_Produtos Grelha observacao grupal preenchida Apendice PI_Produtos
Pós-Intervenção		F - Desenvolvimento Pessoal e Autonomia (Responsável);	realizacao da atividade prática e da ficha de trabalho		
			Finalização de aula anterior e discussão das atividades	Ficha Trabalho Grupo	Avaliacao Snapshot
Pós-Intervenção		I - Saber Científico, Técnico e Tecnológico (Conhecedor).		Laboratorial	
				Correcao_Apendice	
Pós-Intervenção			práticas.	PI_Avaliação	Apendice PI_Produtos
			Avaliação das Aes e Competências PASEO	Teste de avaliacao D1	Grelha classificacoes teste
Pós-Intervenção					avaliacao D1 Apendice
			Análise e discussão dos dados recolhidos	Apendice PI_Avaliação	PI_Produtos

Figura 5. Descrição-resumo das atividades e recursos desenvolvidos na SD e respetivas AEs e competências PASEO

i. Aula 1

A primeira aula teve a duração de 2TL, 90 min, e decorreu em sala de aula teórica com a turma completa. A aula iniciou-se com o registo do sumário no quadro, seguida da aplicação do teste de diagnóstico sobre geotermia (pré- teste), com duração de 10 min. Recolheu-se o teste e usou-se o recurso educativo powerpoint (ppt) (Apêndice Recurso Aula I) sobre geotermia onde se incluíram três recursos audiovisuais:

- [First magma observatory](#) (KMT);
- [CCVE - De Buffon ao gradiente geotérmico - www.ccvestremoz.com](#)
- [Notícia | Aumento da produção geotérmica nos Açores | RTP Açores](#)

Predominou o questionamento não dirigido, estando os alunos colaborantes e evidenciando interesse, respondendo corretamente às questões levantadas ou propondo explicações para observações e dados. Quando se solicitou a mobilização de conhecimentos de FQ sobre os processos de transferência de calor (radiação, convecção e condução), necessários à compreensão da geotermia, não conseguiram responder, sendo necessário reforçar esses conhecimentos.

Foi possível cumprir com todas as atividades definidas para a aula.

ii. Aula 2

A segunda aula teve a duração de 2TL, 90 min, e decorreu em sala de aula teórica com a turma completa. A aula iniciou-se com o registo do sumário no quadro, seguida da aplicação do teste de diagnóstico sobre geomagnetismo (pré- teste), com duração de 10 min. Recolheu-se o teste e usou-se o recurso educativo powerpoint (ppt) sobre geomagnetismo (Apêndice Recurso Aula I).

A estratégia incluiu o Questionamento e a Identificação de problemas e Levantamento hipóteses explicativas, as quais surgiam no ppt ao longo da aula. Nesta aula os alunos já revelaram maior dificuldade em responder a questões como “Relacionar o campo magnético com a estrutura interna da Terra”, sendo necessário recordar os modelos físico e químico da geosfera e após este apontamento alguns alunos referiram o aspeto metálico ou e outros o aspeto fluído do núcleo externo.

Como não foi possível concluir a aula, esta teve continuidade na aula III.

iii. Aula 3

A terceira aula teve a duração de 3TL, 135 min, e decorreu no laboratório de Biologia, estando a turma dividida em dois turnos.

A aula iniciou-se com a finalização da aula anterior, recorrendo ao ppt sobre geomagnetismo.

Cada turno foi dividido em três grupos de trabalho, constituídos por 4 ou 3 alunos/cada (Fig. 6).

No primeiro turno tinham-se definido três zonas de trabalho, correspondentes às três atividades práticas laboratoriais a desenvolver e cada grupo iria iniciar numa das atividades e durante a aula percorreria os três postos de trabalho. No entanto, foi-se verificando que os alunos não iriam conseguir realizar as três atividades, pelo que se optou por escolher as atividades I e II, a primeira sobre geotermia e a segunda sobre geomagnetismo, de forma a que abordassem os dois métodos indiretos.

Os recursos educativos utilizados foram a ficha de trabalho de grupo e materiais definidos na ficha.



Figura 6. Imagens recolhidas durante a aula prática laboratorial

Houve contudo um grupo que ainda realizou a atividade 3, o que implicava a medição do campo magnético recorrendo ao magnetómetro virtual da *App CrowdMag* instalado no telemóvel. Os alunos detetaram variações frequentes nas leituras, que associaram a algumas interferências que resultavam da presença de vários componentes ou materiais com propriedades magnéticas, conduzindo a erros acidentais. Procurou-se uma zona da sala de aula onde fosse possível minimizar estas interferências, prosseguindo depois com a recolha de leituras

iv. Aula 4

A quarta e última aula teve a duração de 1TL, 45 min, e decorreu no laboratório de Biologia, estando a turma também dividida em dois turnos.

Como a atividade prática sobre “Anomalias magnéticas e geotérmicas” só foi realizada por um grupo, iniciou-se a aula solicitando ao grupo que a realizou, que expusesse a atividade desenvolvida. Detetou-se alguma dificuldade na descrição da mesma, assim como nos resultados obtidos e interpretação, manifestando alguns colegas esta mesma dificuldade e pedindo a clarificação da atividade.

Também os restantes grupos partilharam e discutiram os seus resultados verificando-se o uso de uma linguagem pouco rigorosa e com baixa mobilização de aprendizagens conceptuais sobre a geotermia (grau geotérmico, gradiente, fluxo térmico) e o geomagnetismo.

3. Metodologia de investigação

Neste capítulo, dividido em cinco partes, contextualiza-se o trabalho no paradigma da investigação, descreve-se o plano de investigação-ação, caracteriza-se a recolha de dados e a análise de dados e por fim apresentam-se as questões de ética.

a. Paradigma de investigação

A investigação educacional baseia-se em paradigmas que vão desde o positivista tradicional a uma perspetiva multi-paradigmática mais recente (Taylor & Medina, 2013). O paradigma positivista ou quantitativo assenta na recolha de dados para testar hipóteses, com base na medição numérica e na análise estatística (Bell, 2008), enquanto no paradigma interpretativo ou qualitativo, o importante é compreender o acontecimento a partir das perspetivas dos próprios participantes.

O paradigma sócio crítico, qualitativo, tem sido aplicado à área educacional e baseia-se em intervenções em que o investigador é um facilitador do processo de construção de sentido crítico e a investigação é orientada para a mudança, com a finalidade de melhorar e transformar o processo de ensino-aprendizagem (Coutinho et al., 2011).

Assim, neste PII assumiu-se o paradigma sócio-crítico de natureza predominantemente qualitativa.

b. Plano de Investigação -Ação

No presente estudo aplicou-se o plano de investigação do tipo Investigação ação (I-A) a uma amostra formada pelos alunos de uma turma do 10º ano da área de Ciências e Tecnologias, sendo os dados posteriormente tratados e analisados com recurso a métodos qualitativos.

O plano de I-A corresponde a um processo cíclico ou em espiral, em que o investigador alterna entre a ação e a reflexão crítica, no intuito de uma melhoria contínua (Cohen et al., 2017; Coutinho, 2018). De facto, no âmbito educacional, a prática e reflexão são processos interdependentes na medida em que ao refletir sobre o ensino e a aprendizagem levantam-se questões em resposta às necessidades identificadas, e que aconteceram à PE deste PII, na procura de medidas que

contribuam para a promoção e eficiência das aprendizagens nos seus domínios conceptuais, procedimentais e atitudinais (Coutinho et al., 2009).

Através do plano de I-A foi possível refletir sobre a prática pedagógica implementada pela PE durante o desenvolvimento da SD, identificando aspetos relacionados com o processo de ensino e aprendizagem e desenhando estratégias e recursos que permitissem implementar mudanças, o que envolveu o planeamento, a ação, a observação e a reflexão (Cohen et al., 2017), por parte da PE.

Na fase de planeamento, a PE identificou o problema educativo a trabalhar, procedendo à construção de um plano de ação com o intuito de incitar uma mudança. Seguiu-se a implementação do plano e a recolha e análise de resultados, que foram alvo da reflexão por parte da PE. Após esta reflexão, o problema é reformulado, definindo-se um novo plano de intervenção, repetindo-se, assim, todo o processo através de um novo ciclo da espiral (Fig. 7). O conhecimento adquirido nos ciclos anteriores serve de base à interpretação dos dados recolhidos de novo (Coutinho, 2018).

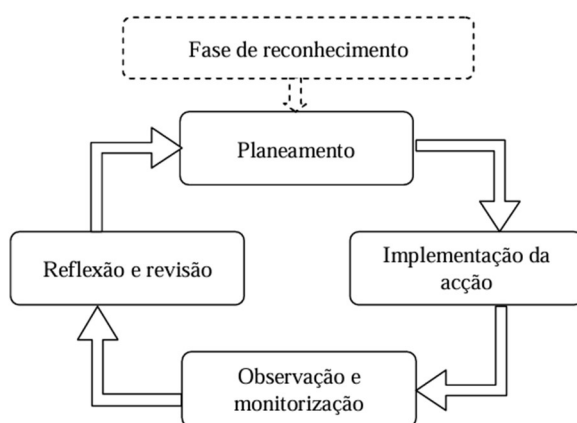


Figura 7. Ciclo da metodologia de investigação-ação (retirado de Castro et al., 2012, pg. 7)

Nesta perspetiva, a elaboração de um projeto de investigação educacional implica um conjunto de fases nomeadamente de identificação do problema, recolha de informação fidedigna e específica da área de estudo, escolha das metodologias de investigação de acordo com a finalidade do PIII e planificação da intervenção, assim como a análise e discussão de resultados.

c. Recolha de dados

A presente investigação foi implementada numa turma de 10º ano de escolaridade sendo a amostra constituída por 20 alunos com idades compreendidas

entre os 15 e 16 anos, com 11 participantes do sexo feminino e 9 participantes do sexo masculino, como já foi apresentado no Capítulo 3. A amostra descrita corresponde a uma turma que foi constituída no início do ano letivo sendo assim considerada uma amostra de conveniência (Coutinho, 2018). Esta amostra é, também, não probabilística e não representativa, pelo que não se pode generalizar os resultados obtidos nesta investigação à população em estudo (Cohen et al., 2017; Coutinho, 2018). Contudo, a recolha de dados permite obter indicadores para os critérios avaliados.

i. Recolha documental e Observação Participante

A recolha de dados recorreu à recolha documental das produções escritas dos alunos da turma envolvida na implementação da SD. Os documentos recolhidos foram aplicados em diferentes momentos relativamente à intervenção, a qual decorreu no 1º mês do 2º período letivo:

1. um teste diagnóstico designado como pré-teste (implementado antes da SD) e pós-teste (implementado no final da SD),
2. uma ficha de trabalho prático (implementado durante a implementação da SD), que se encontra disponível no Apêndice Ficha e no Anexo_Ficha Resposta.
3. um teste cognitivo final (implementado no final da SD), que se encontra disponível no Apêndice Cognitivo e no Anexo Cognitivo.

Os testes de diagnóstico, pré e pós testes, foram aplicados sem ter havido um aviso prévio aos alunos, assim como sem consulta de material de apoio (caderno ou manual escolar), de forma a aferir sobre as aprendizagens pré-existentes relativas às temáticas em estudo. A aplicação dos 3 testes permitiram avaliar a evolução do desenvolvimento das capacidades cognitivas (conhecimentos, raciocínio), assim como outras variáveis do foro socioafetivo (atitudes) dos alunos (Coutinho et al., 2009).

Na tabela 4 são apresentadas a tipologia do item de avaliação e as AEs associadas de cada item presente no teste de diagnóstico (pré-testes e pós-teste).

Tabela 4. Questões do teste de diagnóstico, com distinção de tipologia e AEs a avaliar

Métodos indiretos	Questão		Tipo item	AEs
Geotermia	1	Descreve como varia a temperatura da geosfera com a profundidade.	Construção	AE1 e AE3
	2	Refere os fenómenos físicos que intervêm na transferência de calor interno da Terra para a superfície.		AE1 e AE3
	3	Relaciona os limites tectónicos com possíveis variações no fluxo térmico à superfície da geosfera.		AE2
	4	Distingue grau geotérmico de gradiente geotérmico.		AE1
	5	Menciona um exemplo da importância do conhecimento da geotermia para a sociedade humana.		AE1
Geomagnetismo	6	Menciona uma manifestação do campo magnético terrestre.		AE1
	7	Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.		AE1
	8	Indica a importância do paleomagnetismo para a compreensão da expansão do fundos oceanos.		AE2
	9	Relaciona o geomagnetismo com a composição e as características físicas do núcleo terrestre.		AE3
	10	Descreve como as rochas basálticas registam o campo magnético presente no momento da sua formação.		AE2 e AE3

O teste cognitivo corresponde a um grupo de itens integrado num instrumento de avaliação escrito aplicado no mesmo período letivo da intervenção e que tinha sido previamente agendado e informados os alunos sobre as temáticas a avaliar. Na tabela 5 são apresentadas a tipologia do item de avaliação e AEs de cada item presente no teste cognitivo.

Tabela 5. Questões do teste cognitivo, com distinção de tipologia e AEs a avaliar

Questão		Tipo item	AEs
II.1	Considere as afirmações seguintes, referentes à interpretação dos dados da Figura 2. (...)	Seleção	AE1
II.2	Os estudos geomagnéticos da dorsal este-pacífica confirmam que: (...)	Seleção	AE2
II.3	Os basaltos dos fundos oceânicos que apresentam uma intensidade do campo magnético inferior ao valor médio do campo magnético atual, evidenciam uma anomalia geomagnética _____ dado que registam uma polaridade _____. (...)	Seleção	AE2 e AE3
II.4	Para um mesmo isótopo radioativo, quando se comparam basaltos localizados a diferentes distâncias do rifte, verifica-se que: (...)	Seleção	AE2 e AE3
II.5	Relativamente às zonas de rifte, será de esperar que as regiões geologicamente estáveis apresentem _____ gradiente geotérmico e _____ fluxo térmico. (...)	Seleção	AE1 e AE3
II.6	Explique de que modo os estudos relativos à intensidade do campo magnético e à datação radiométrica das rochas dos fundos oceânicos contribuem para comprovar a mobilidade da litosfera oceânica.	Construção	AE2

Para avaliar o **desenvolvimento das competências investigativas dos alunos**, a PE optou por recolher as respostas dos alunos à ficha de trabalho prático (implementado durante a implementação da SD), que se encontra disponível nos Apêndices, e à aplicação de uma grelha de observação grupal preenchida durante as aulas práticas laboratoriais da intervenção.

De acordo com Oliveira & Bonito (2023) a avaliação da eficiência da implementação de estratégias baseadas em trabalho prático no processo de aprendizagem deve incluir quatro dimensões: a) os objetivos da aprendizagem definidos; b) as tarefas a desenvolver pelos alunos; e c) as tarefas e atitudes demonstradas pelos alunos durante a realização da atividade prática; d) as aprendizagens e competências desenvolvidas pelos alunos. Tendo em conta estas dimensões e os objetivos de aprendizagem e atividades a desenvolver de acordo com as AEs e Competências investigativas a atingir para esta intervenção, seguiu-se a análise de dados.

d. Análise de dados

Neste processo de IA, a técnica de análise de conteúdo engloba um conjunto de instrumentos metodológicos que se aplicam a dados qualitativos como os provenientes de entrevistas, questionários com perguntas abertas, diários de observação participante e/ou não participante do professor, entre outros (Bardin, 1977).

O processo de análise de conteúdo começa com a organização sistemática dos dados recolhidos, procedendo-se à sua “divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta de aspetos importantes do que deve ser apreendido e a decisão do que vai ser transmitido aos outros” (Bogdan & Biklen, 1994).

Segundo Bardin (2011), na aplicação da técnica de análise de conteúdo é fundamental seguir regras na definição das categorias de fragmentação, considerando que estas devem ser: homogêneas, não misturando temas; exaustivas, esgotando o texto; exclusivas, não se sobrepondo; objetivas, com triangulação no tempo; adequadas e pertinentes, pela adaptação ao conteúdo e objetivos, o que permitirá o cálculo de frequências que fornecem dados cifrados, passíveis de facilitar a interpretação.

No âmbito do PII, a análise de dados relativos às atividades laboratoriais desenvolvidas implicou a análise de conteúdo da ficha de trabalho prático (implementado durante a implementação da SD), que se encontra disponível no Apêndice_Ficha Trabalho e no Anexo Y, e da grelha de observação (Apêndice_Grelha

grupo) do trabalho em grupo e realizado pelos alunos durante as atividades da SD, tendo em conta os objetivos de aprendizagem pré-definidos.

Relativamente aos objetivos de investigação referentes à assimilação da metodologia científica e de acordo com Leite (2001) foram assim definidas as categorias e respetivos descritores de desempenho (Tabela 6).

Tabela 6. Critérios de análise da ficha de trabalho em grupo relativos à aplicação dos passos da metodologia científica e respetivos níveis de desempenho.

Critérios	Níveis de desempenho			
	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito bom
Formulação hipóteses	Não formulou uma hipótese ou formulou uma hipótese inadequada (conteúdo) ao problema	Formulou uma hipótese adequada ao problema (conteúdo), mas não cumpriu forma	Formulou uma hipótese adequada ao problema, em conteúdo e forma	Formulou uma hipótese adequada ao problema, em conteúdo e forma, para duas atividades laboratoriais.
Desenho experimental	Não elaborou um desenho experimental ou elaborou mas incompleto e impreciso	Elaborou um desenho experimental completo, mas impreciso	Elaborou um desenho experimental completo e preciso	Elaborou um desenho experimental completo e preciso, para duas atividades laboratoriais.
Registo dos resultados	Não registou resultados.	Registou alguns resultados.	Registou todos os resultados.	Registou todos os resultados, para duas atividades laboratoriais.
Discussão dos resultados e limitações da atividade	Não discutiu os resultados, nem apresentou limitações.	Discutiu os resultados, mas não apresentou limitações.	Discutiu os resultados e apresentou limitações.	Discutiu os resultados e apresentou limitações, para duas atividades laboratoriais.
Conclusão	Não elaborou uma conclusão ou elaborou mas não responde à questão-problema	Elaborou uma conclusão mas não responde na totalidade à questão-problema	Elaborou uma conclusão que responde na totalidade à questão-problema	Elaborou uma conclusão que responde na totalidade à questão-problema, para duas atividades laboratoriais.

De forma a aferir sobre as competências investigativas e atitudes dos alunos durante as atividades práticas laboratoriais utilizaram-se os critérios presentes na grelha de observação grupal (Apêndice_Grelha Observação Grupal), adaptada da rubrica de avaliação da tarefa “Atividade laboratorial” do grupo de recrutamento 520 da escola onde decorreu a intervenção. Os níveis de desempenho definidos para cada critério encontram-se assinalados na tabela 7.

Tabela 7. Critérios de análise da grelha de observação participante dos grupos relativos à realização das atividades laboratoriais desenvolvidas e respetivos níveis de desempenho.

Critérios	Níveis de desempenho			
	Insuficiente	Suficiente	Bom	Muito bom
Responsabilidade e segurança	Não cumpre as regras de conduta e demonstra desconhecimento das regras de segurança.	Nem sempre cumpre as regras de conduta e demonstra algum desconhecimento das regras de segurança.	Cumprer as regras de conduta, mas demonstra algum desconhecimento das regras de segurança.	Cumprer as regras de conduta e demonstra conhecimento das regras de segurança.
Autonomia dos membros do grupo	Não demonstra autonomia recorrendo com frequência ao apoio do professor.	Demonstra pouca autonomia, recorrendo frequentemente ao apoio do professor.	Demonstra autonomia recorrendo pontualmente ao apoio do professor.	Demonstra autonomia não recorrendo ao apoio do professor.
Comunicação e rigor científico	Apresenta dificuldades em comunicar, e recorre a linguagem sem rigor científico	Comunica, mas recorre a linguagem sem rigor científico	Comunica, mas recorre a linguagem com falhas no rigor científico	Comunica, recorrendo a uma linguagem com rigor científico
Cooperação	Não coopera, mostrando-se os elementos do grupo afastados da tarefa.	Tem dificuldade em cooperar e elementos do grupo adotam, por vezes, um papel passivo, distraído com frequência.	Coopera, mas algum elemento do grupo distrai-se por vezes.	Coopera de forma eficaz no trabalho de grupo.

e. Questões de ética

A investigação em educação quando envolve a participação de crianças ou jovens menores de idade requer, numa primeira fase, o consentimento dos adultos responsáveis pelas crianças ou jovens, isto é, dos seus encarregados de educação. Qualquer objeção à participação do menor no estudo terá de ser respeitada (Cohen et al., 2017) e não havendo objeção é dado o consentimento informado para o menor participar no estudo.

Apesar das crianças ou jovens não terem idade, nem maturidade para fornecer um consentimento informado, deve-se procurar o seu assentimento para participação no estudo, isto é, estes devem concordar em participar na investigação (Dockett & Perry, 2011). Garante-se, assim, que os indivíduos e os seus representantes escolhem de forma informada e voluntária participar, ou não, numa investigação (Cohen et al., 2017).

Desta forma, foi submetido um pedido de parecer à Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, cuja apreciação foi favorável à aplicação da presente investigação, tendo sido recolhidos os Consentimentos informados junto dos Encarregados de Educação (Apêndice _Consentimento) e o Assentimento dos alunos (Apêndice_Assentimento), atestando a concordância destes em participar no estudo. Os pedidos de consentimento e assentimento informado encontram-se nos Anexos 8 e 9, respetivamente.

4. Resultados e Discussão

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos, analisados segundo métodos estatísticos simples (estatística descritiva) e recorrendo à análise de conteúdo, com o objetivo de os organizar e interpretar de uma forma coerente e objetiva. Este capítulo encontra-se dividido em quatro subcapítulos, correspondendo cada um deles à análise dos dados recolhidos através dos instrumentos de recolha anteriormente referidos.

a. Resultados da aplicação do Pré- teste

Após aplicação do teste de diagnóstico, pré teste, este foi corrigido e as respostas cotadas de acordo com critérios de avaliação específicos. Foi atribuída, a cada teste, uma classificação de 0 a 100 pontos percentuais. Foram definidos quatro níveis de classificação: Insuficiente (para uma pontuação entre 0 e 49%), Suficiente (para uma pontuação entre 50 e 69%), Bom (para uma pontuação entre 70 e 89%) e Muito Bom (para uma pontuação entre 90 e 100%). Os critérios de correção do teste encontra-se no Apêndice_Pré teste e os resultados obtidos no pré-teste são apresentados nas tabela 8.

Quando se analisaram as classificações obtidas no pré-teste verificou-se que a média obtida correspondeu a um nível de classificação “insuficiente” (tabela 9), sendo que apenas um aluno obteve classificação positiva, correspondente a “suficiente” e não havendo alunos com pontuação igual a zero. Nas respostas com pontuação zero, houve várias respostas em branco, ou referindo “não sei” ou “não me lembro”, assim como respostas incorretas.

Tabela 8. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
28,2	12,5	67,0	14,0

As classificações obtidas diferenciando as componentes do teste referentes à geotermia (Tabela 9) e ao geomagnetismo (Tabela 10) evidenciaram que a média das classificações obtidas foi superior na componente da geotermia (40,9%) relativamente ao geomagnetismo (15,4%).

Tabela 9. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste sobre geotermia

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
40,9	15,6	70,0	20,0

Tabela 10. Estatística descritiva das classificações obtidas no pré-teste sobre geomagnetismo

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
15,4	17,6	64,0	0

De facto, na componente da geotermia houve seis alunos com classificação positiva “suficiente”, enquanto no componente geomagnetismo apenas um aluno atingiu uma classificação positiva. As diferenças nestas duas componentes manifestam-se também na percentagem de respostas com classificação de zero (Figura 8), que foi de 35% no geomagnetismo e não se observou para a geotermia, o que indica a existência de aprendizagens prévias à intervenção na área da geotermia.

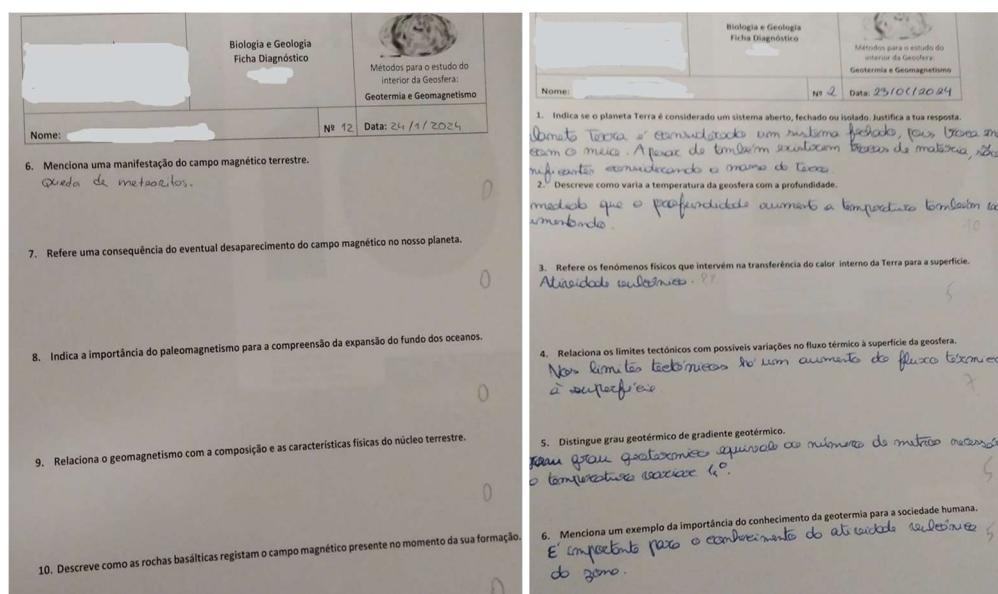


Figura 8. Exemplares das respostas ao pré-teste sobre geomagnetismo (à esquerda) e sobre geotermia (à direita)

Uma das questões sobre geotermia que contribuiu para uma média de classificações mais elevada para este método foi “Descreve como varia a temperatura da geosfera com a profundidade” já que todos os alunos obtiveram pontuação positiva, associando um aumento da temperatura com a profundidade. Por consulta do diário do professor (Apêndice X), elaborado durante a PES, verificou-se que a temática da

geotermia tinha sido já abordada, em aulas da professora cooperante antes da intervenção, nomeadamente associada ao domínio “Geologia e métodos”, capítulo “Mobilismo geológico”, assim como ao domínio “Estrutura e dinâmica da geosfera”, capítulo “Vulcanismo”. No primeiro, acerca dos processos geradores de movimento das placas litosféricas na astenosfera, em que se incluem as correntes de convecção e as transferências de calor e, no último, relativamente ao potencial da energia geotérmica, distinguindo-se alta de baixa entalpia.

Esta exposição prévia aos conteúdos sobre geotermia poderá ter contribuído para uma média superior das classificações deste componente no pré-teste relativamente ao geomagnetismo. No entanto, é importante salientar que algumas AEs de CN do 7º ano de escolaridade do 3º ciclo do ensino básico abordam o geomagnetismo e a geotermia, em particular “Caracterizar a morfologia dos fundos oceânicos, relacionando a idade e o paleomagnetismo das rochas que os constituem com a distância ao eixo da dorsal médio-oceânica” e “Relacionar os fenómenos vulcânicos e sísmicos com os métodos diretos e indiretos e com a sua importância para o conhecimento da estrutura interna da Terra, explicitando os contributos da ciência e da tecnologia para esse conhecimento” (Ministério da Educação e Ciência, 2018a), pelo que se adquiridas pelos alunos naquele ciclo de estudos, poderiam justificar o facto de alguns alunos terem reconhecido processos geomagnéticos e geotérmicos das AEs do 10º ano.

Da análise dos resultados sobre geotermia observou-se que a frequência relativa de respostas com pontuação foi pelo menos de 30% para qualquer uma das questões (Fig.9). Para além da questão 1, a questão em que um maior número de alunos obteve pontuação foi a questão 5 relativa “à importância do conhecimento da geotermia para a sociedade humana”, contudo foi a questão com a frequência mais baixa de respostas completas e precisas. Quanto à relação entre a variação do fluxo geotérmico e limites tectónicos, questão 3, foi a que demonstrou maior número de respostas com classificações superiores a 50%, já na questão 4, sobre a distinção entre “grau e gradiente geotérmico” metade dos alunos revelaram conhecimentos sobre o tema ainda que insuficientes.

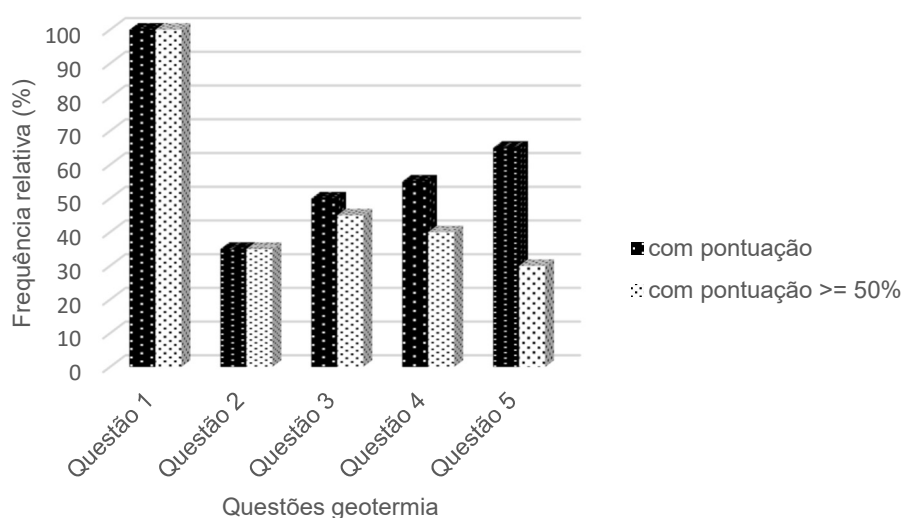


Figura 9. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geotermia no pré-teste

Relativamente ao geomagnetismo e às questões associadas à sua utilização como método indireto de estudo da Terra (Questões 8, 9 e 10 da tab.4), a frequência relativa de respostas com pontuação foi de 0% para a questão 8, acerca do paleomagnetismo, de 25% para a questão 9 relativa às características físicas e químicas do núcleo terrestre e de 5% para a questão 10 associada à composição mineralógica das rochas, à sua formação e às propriedades magnéticas apresentadas (fig 10).

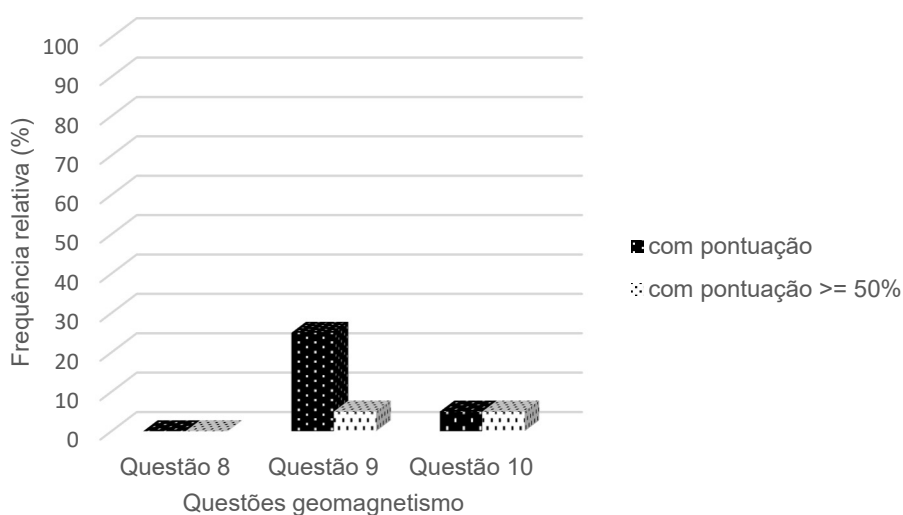


Figura 10. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geomagnetismo no pré-teste

Quando analisadas as questões com pontuação (fig. 10) verifica-se que para a questão 9 menos de metade apresentam pontuação maior ou igual a 50%, sendo que para a questão 10 o único aluno com pontuação revela um nível de classificação suficiente. Estes resultados são indicadores de que os alunos não tinham ainda desenvolvido aprendizagens relativas ao geomagnetismo como método indireto de estudo da geosfera. Para o geomagnetismo observou-se ainda que seis alunos (30%) associavam o conceito e os efeitos do geomagnetismo aos efeitos da gravidade (fig 11A) e/ou às funções da atmosfera (fig 11B).

7. Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.
Não havia gravidade.

7. Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.
Iríamos morrer todos, pois deixaria de haver gravidade.

A

7. Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.
Choque de as mutações.

7. Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.
O planeta ia sofrer impacto de meteoritos.

B

Figura 11. Exemplos de respostas incorretas relativas às consequências do desaparecimento do campo magnético terrestre, com referência a efeitos da gravidade (A) e/ou efeitos da presença de uma atmosfera protetora (B).

Assim, da análise dos resultados do pré-teste aplicado neste PII conclui-se que antes da implementação da SD todos os alunos revelaram conhecimentos sobre geotermia nomeadamente acerca da variação da temperatura com a profundidade, reconhecendo a importância da geotermia para a sociedade humana, mostrando contudo dificuldade na definição e/ou distinção de grau e gradiente geotérmicos assim como na relação entre valores de fluxo geotérmico e os limites tectónicos. Pelo contrário, relativamente ao geomagnetismo, revelaram não possuir conhecimentos prévios.

b. Resultados da aplicação da ficha de trabalho laboratorial

Da análise de conteúdo da ficha de trabalho laboratorial realizada em grupo observou-se elevada heterogeneidade no nível de desempenho nas várias fases do processo investigativo (fig.12), sendo a construção das hipóteses a fase em que todos os grupos obtiveram desempenho máximo e a discussão de resultados aquela em que os alunos demonstraram um pior desempenho.

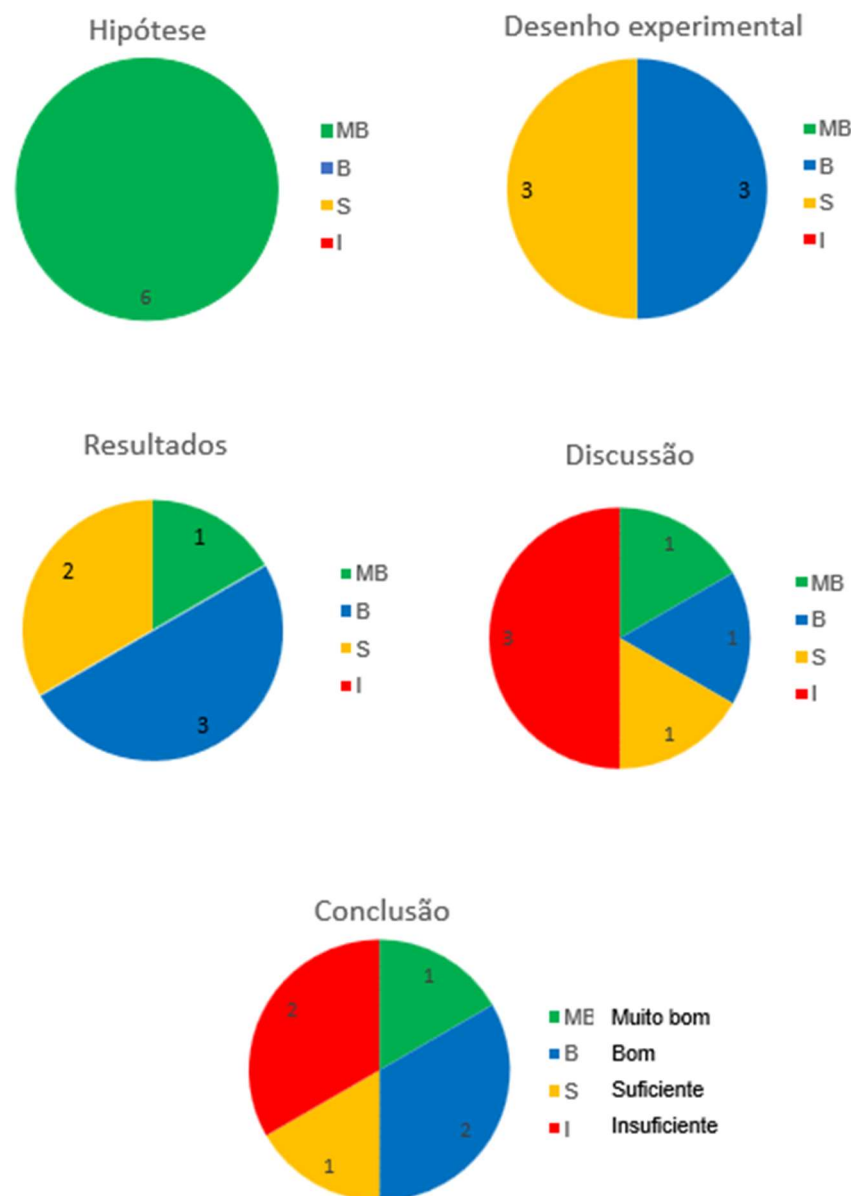


Figura 12. Nível de desempenho dos seis grupos nas fases do processo investigativo das atividades práticas laboratoriais propostas

Quanto às atitudes demonstradas pelos grupos durante a realização das atividades, os resultados obtidos através da análise da grelha de observação grupal encontram-se na figura 13.

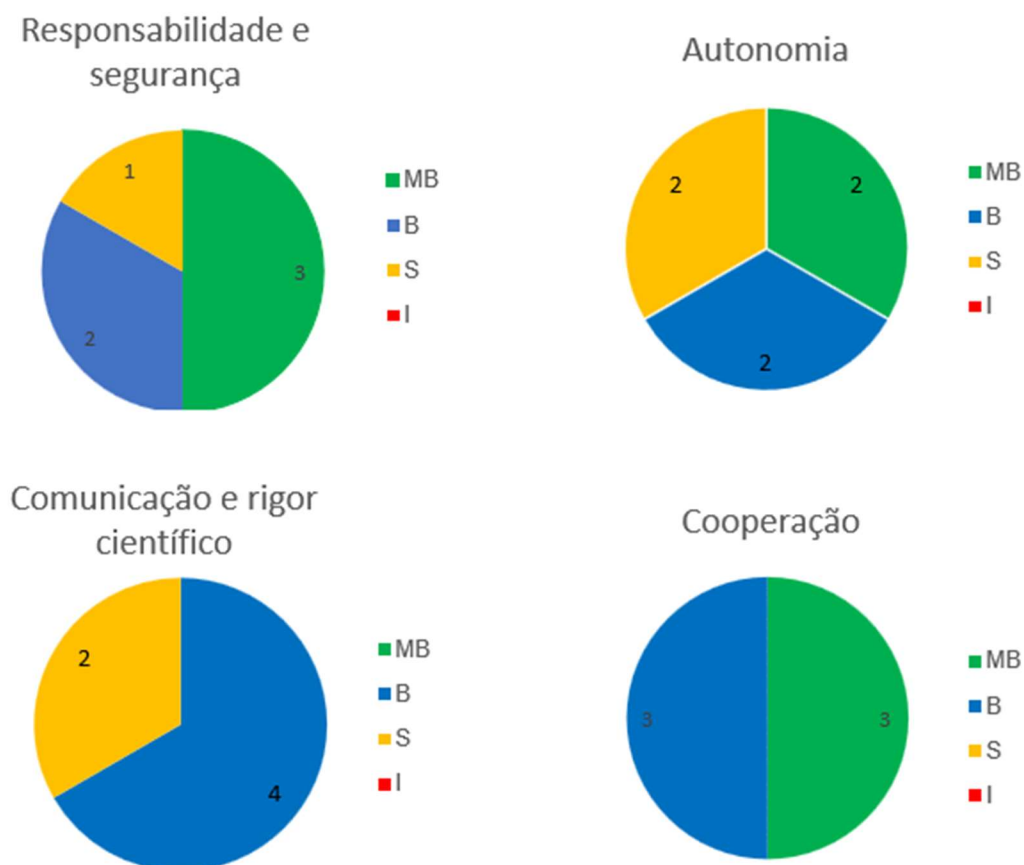


Figura 13. Nível de desempenho dos seis grupos nas atitudes demonstradas durante a realização das atividades práticas laboratoriais propostas e observadas pelo PE

Da análise das atitudes observadas nos grupos de trabalho constatou-se que o desempenho foi positivo em todos os grupos e atitudes em estudo, evidenciando-se a cooperação como a competência em que os alunos obtiveram melhor desempenho. Em três dos grupos todos os alunos participavam de forma eficaz na realização da atividade, existindo outros três grupos em que um dos elementos se apresentava mais distraído ou com uma postura passiva. Observou-se ainda que na maioria dos grupos os alunos foram assumindo funções distintas na realização das atividades, ficando uns responsáveis pelo registo dos dados na ficha de trabalho e outros na execução da mesma, mas mantendo-se ativos no cumprimento das tarefas da ficha de trabalho.

Este dado é concordante com o ambiente pacífico e salutar que se vivenciou na turma, onde prevaleciam as boas relações interpessoais, manifestadas pelos alunos da turma durante as aulas observadas pelo PE. Quanto aos alunos que se demonstraram menos cooperantes durante as atividades, correspondem aos alunos com maior dificuldade de concentração e foco e que se dispersavam do trabalho prático, afetando também os membros do grupo na resolução das tarefas atribuídas.

Quanto à autonomia demonstrada na realização das atividades práticas, dois grupos evidenciaram iniciativa na resolução dos problemas que iam enfrentando, enquanto que os restantes solicitaram com alguma frequência a intervenção do PE ou dos professores cooperante e do PE também participantes na aula. De facto, esta atitude foi principalmente dominante na fase de desenho experimental ou elaboração de procedimento, sendo mais frequente na atividade do geomagnetismo. Vários alunos demonstraram não conhecer a terminologia “desenho experimental”, pelo que o PE clarificou para todos os grupos o significado desta fase indicando que correspondia à elaboração do procedimento ou material e métodos tendo em conta a hipótese pré-definida.

A comunicação e rigor científico foi outra atitude observada nos grupos durante a realização das atividades, quer através da comunicação oral entre pares e com os professores participantes, quer na forma de registo dos elementos da ficha de trabalho. Verificou-se que apesar dos grupos comunicarem e discutirem oralmente sobre os procedimentos e dados, apresentavam falhas na organização das ideias e na linguagem utilizada. Revelaram ainda dificuldades em transpor para a ficha de trabalho as ideias que discutiam, evidenciando falta de rigor científico. Esta atitude pode ter contribuído para que na ficha de trabalho, a fase de discussão dos resultados tenha sido aquela em que houve pior desempenho.

Por fim, a responsabilidade e segurança constituem atitudes essenciais na execução de qualquer atividade prática seguindo as regras das boas práticas em laboratório e garantindo a segurança de cada aluno e de todos os presentes. Em geral os alunos demonstraram uma conduta adequada, manipulando os materiais com cuidado e seguindo os passos indicados na ficha de trabalho. Observaram-se, contudo, alguns descuidos em particular com a utilização do termómetro de infravermelhos, na atividade prática da geotermia. A radiação emitida pode ser prejudicial quando incide nos olhos, pelo que os alunos foram informados sobre este risco associado à utilização do equipamento. No entanto, alguns alunos ao realizar as leituras com o termómetro colocavam-no numa posição em que a radiação poderia

atingir colegas de grupo ou turma, pelo que esta tarefa exigiu uma monitorização pelo PE.

c. Resultados da aplicação do Pós-teste

O teste de diagnóstico realizado após a intervenção, pós-teste, foi aplicado e corrigido seguindo as mesmas diretrizes do pré-teste encontrando-se os resultados na tabela 11.

Tabela 11. Estatística descritiva das classificações obtidas no pós-teste

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
44,5	17,8	76,0	20,0

A pontuação média obtida aumentou em relação ao pré-teste em cerca de 16,3 pontos percentuais, continuando, contudo, a ser “Insuficiente”. Esta subida observou-se também nas classificações mínima e máxima registadas assim como no número de alunos com classificação positiva que subiu de um no pré-teste para oito no pós-teste, sendo que três alunos obtiveram um nível de classificação “Bom”.

Analisando agora as duas componentes geotermia (Tabela 12) e geomagnetismo (Tabela 13) continua-se a observar que as classificações médias obtidas foram mais elevadas para a geotermia em relação ao geomagnetismo.

Tabela 12. Estatística descritiva dos resultados obtidos no pós-teste sobre geotermia

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
49,5	17,9	80,0	20,0

Tabela 13. Estatística descritiva dos resultados obtidos no pós-teste sobre geomagnetismo

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
39,5	22,0	82,0	0

Também a frequência absoluta de alunos que atingiram classificações positivas à componente geotermia foi superior (onze alunos) comparativamente ao geomagnetismo (cinco alunos). Verificou-se, no entanto, que em relação à média obtida no pré-teste, a componente do geomagnetismo subiu cerca de 24 pontos percentuais enquanto que na geotermia aumentou 8,6 pontos percentuais.

Quanto à geotermia e comparando com os resultados obtidos no pré-teste, observou-se uma melhoria no desempenho dos alunos para todas as questões (Fig. 14), com um aumento do número de alunos com respostas com pontuação maior ou igual a 50%, exceto para a questão 1, que no pré-teste tinha já revelado os melhores resultados e que manteve neste pós-teste. As maiores subidas foram nas classificações da questão 2, relativa aos fenómenos físicos associados à transferência de calor na geosfera (fig 14).

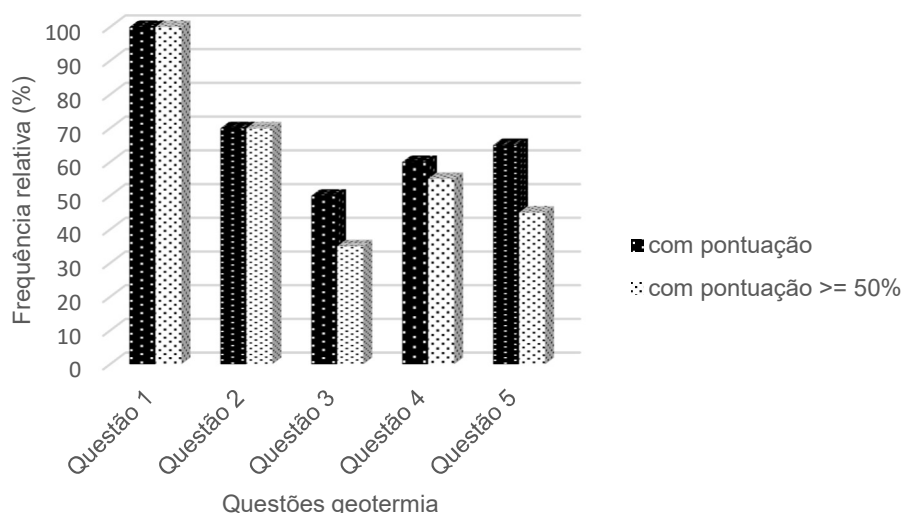


Figura 14. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geotermia no pós-teste

Houve ainda uma redução no número de alunos com conceções erróneas relativas ao geomagnetismo e aos seus efeitos com apenas um aluno a continuar a associar a gravidade aos efeitos do campo magnético.

Relativamente ao geomagnetismo e às questões associadas à sua utilização como método indireto de estudo da Terra a frequência relativa de respostas com pontuação revelou um aumento para todas as questões, sendo de 55% para a questão 8, acerca do paleomagnetismo, de 60% para a questão 9 relativa às características físicas e químicas do núcleo terrestre e de 60% para a questão 10 associada à composição mineralógica das rochas, à sua formação e às propriedades magnéticas apresentadas (fig. 15).

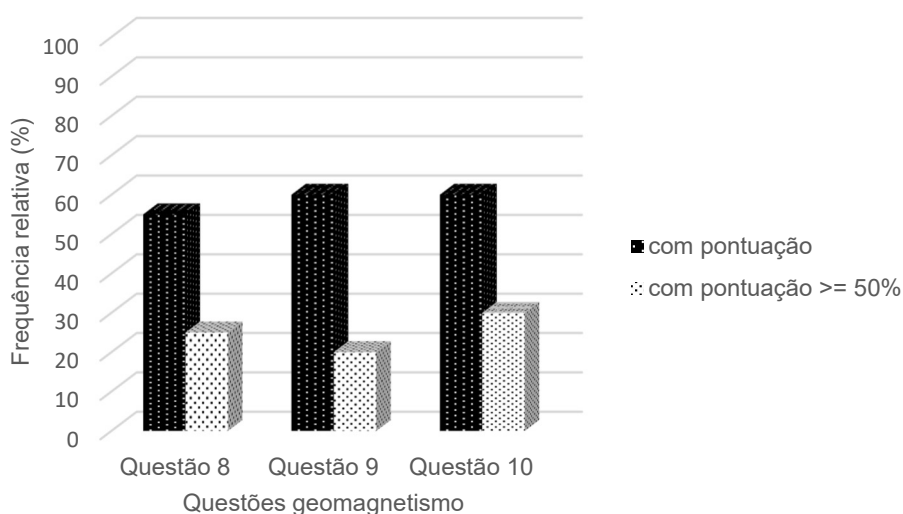


Figura 15. Frequência relativa de respostas com pontuação e com pontuação positiva às questões sobre geomagnetismo no pós-teste

No entanto, quando se analisam as questões com pontuação (fig.15) verifica-se que destas menos de metade apresentam pontuação maior ou igual a 50%, evidenciando que as aprendizagens desenvolvidas ainda que existentes não foram suficientes.

d. Resultados da aplicação do teste cognitivo

Após aplicação do teste cognitivo, este foi corrigido e as respostas cotadas de acordo com critérios de avaliação específicos. Foi atribuída, a cada teste, uma classificação de 0 a 100 pontos percentuais. Foram definidos quatro níveis de classificação: Insuficiente (para uma pontuação entre 0 e 49%), Suficiente (para uma pontuação entre 50 e 69%), Bom (para uma pontuação entre 70 e 89%) e Muito Bom (para uma pontuação entre 90 e 100%). A grelha de classificação do teste encontra-se no Apêndice _Cognitivo_correcao e os resultados obtidos no teste cognitivo são apresentados na tabela 14.

Tabela14. Estatística descritiva das classificações obtidas no teste cognitivo

Média (%)	Desvio padrão (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
52,2	26,8	97,4	0

A média das pontuações registada foi de 52,2, correspondendo assim a um resultado positivo e um nível de classificação “Suficiente”. Dos vinte alunos constituintes da amostra, onze obtiveram classificações positivas, sendo que sete com nível “Suficiente”, dois com nível “Bom” e outros dois com nível “Muito bom”.

Neste teste, as questões que contribuíram mais para os resultados positivos foram a questão 1 e 3 (fig 16). Dos itens de seleção, 1 a 5, as três primeiras questões exigiam a interpretação de dados.

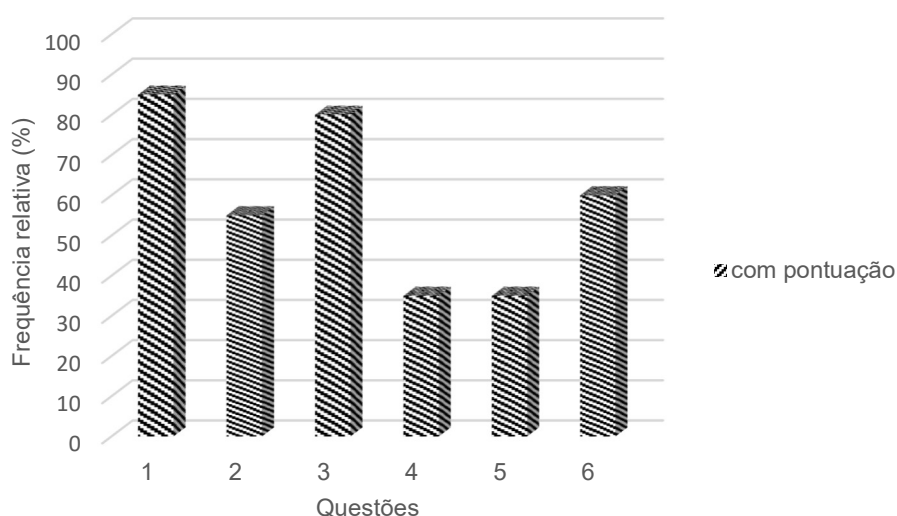


Figura 16. Percentagem de alunos com pontuação em cada uma das 6 questões constituintes do teste cognitivo

As questões 4 e 5 foram aquelas em que os alunos revelaram maior dificuldade com a maioria das respostas (70%) e não obterem qualquer pontuação. Ainda que estas questões constituam itens de seleção da mesma maneira que as questões 1, 2 e 3, e esta tipologia de itens tem sido associada a melhores resultados, já que ao recorrer a itens de seleção o aluno recupera as aprendizagens por reconhecimento (Sousa, 2022), este aspeto não parece ter sido decisivo para o desempenho dos alunos. A questão 4 requer que o aluno mobilize as aprendizagens sobre a relação entre idade absoluta das rochas e proporção isótopo-pai e isótopo-filho, o que poderá ter contribuído para resultados inferiores. Os conteúdos sobre a determinação da idade absoluta das rochas tinham sido abordados no início do 1º período, sendo que a aplicação deste teste cognitivo decorreu no 2º período, pelo que estes conhecimentos poderiam já não estar na memória de trabalho dos alunos (Sousa, 2022). Já a questão 5 era relativa à geotermia e ao conhecimento de que o fluxo e gradiente geotérmicos

apresentam valores superiores em zonas de rifte comparativamente a zonas geologicamente estáveis demonstrando assim que estas aprendizagens não foram atingidas pela maioria dos alunos. De facto, uma das atividades laboratoriais que tinha sido planeada aplicar era a atividade 3, que estava focada na associação de anomalias geotérmicas e geomagnéticas a diferentes regiões litosféricas tendo em conta limites tectónicos e presença de recursos metálicos. Esta atividade foi desenvolvida apenas por um grupo, do primeiro turno, já que se constatou que não iria ser possível a realização das três atividades planeadas. Ainda que esta atividade tenha sido discutida na última aula da SD, não foi aplicada pelo que pode ter condicionado o desempenho dos alunos.

5. Conclusões

Neste capítulo formado por três subcapítulos encontram-se as respostas às questões de investigação, identificam-se as limitações do estudo e propõe-se estudos futuros.

a. Resposta às questões (de investigação)

Com esta investigação pretendeu-se clarificar o contributo da aplicação de uma sequência didática baseada em atividades práticas laboratoriais integrada no EOAI para a promoção das AEs relativas aos métodos indiretos de estudo da estrutura interna da geosfera, geotermia e geomagnetismo, numa turma do 10º ano de escolaridade.

Tendo em conta os objetivos de aprendizagem definidos neste PII nomeadamente de “Aprofundar conhecimentos em geotermia e geomagnetismo para caracterização do interior da geosfera”, foi possível verificar que os alunos melhoraram o seu desempenho nos conhecimentos de geotermia e geomagnetismo como métodos de estudo da geosfera, ao demonstrarem classificações mais elevadas no pós-teste e no teste cognitivo aplicados após o PII quando comparados com o pré-teste. O geomagnetismo foi o método em que se observou uma maior evolução na construção de conhecimentos, já que para além de se ter verificado uma maior subida na média das classificações pré e pós PII, foi observado uma redução no número de alunos com conceções erróneas sobre o geomagnetismo e as suas características.

Apesar destes indicadores revelarem que a intervenção teve um impacto positivo na construção das AEs relativas aos métodos indiretos em estudo, as classificações médias obtidas pelos alunos corresponderam a níveis de desempenho “suficiente”, ficando aquém do desejado. No entanto, as características da turma designadamente de fracas rotinas de estudo e que se refletiram também nos resultados escolares de outras disciplinas da componente científica, FQ e a Mat, poderão ter contribuído para que o desempenho escolar não tenha atingido o pretendido.

Quanto ao objetivo de aprendizagem de “Compreender e assimilar as fases de aplicação do método científico aquando do trabalho prático laboratorial em geociências” os alunos evidenciaram atitudes importantes para o processo investigativo, nomeadamente de responsabilidade, cooperação e autonomia, mas também de algumas fragilidades nomeadamente na comunicação científica, necessitando de aprimorar a estruturação de ideias e o rigor científico. Relativamente ao domínio das fases da metodologia científica revelaram melhores resultados na formulação de hipóteses e de procedimentos assim como na construção de conclusões das atividades

práticas desenvolvidas. Com este PII foi ainda possível identificar maiores dificuldades na discussão dos resultados pelos alunos, refletindo uma fraca mobilização e articulação de aprendizagens prévias. Também na exposição de ideias e resultados evidenciaram falta de rigor e precisão, aspeto que poderá estar relacionado com a dificuldade na comunicação recorrendo a linguagem científica, em particular escrita.

Passando agora aos objetivos educacionais associados a este PII nomeadamente de desenvolvimento de competências de cooperação definidas no PASEO, a implementação desta SD e em particular das aulas práticas laboratoriais baseadas em trabalho de grupo mostrou-se uma mais valia estimulando a partilha de ideias, o respeito pela opinião do outro e a tomada de decisões em conjunto, com os alunos cooperarem de forma eficaz para atingirem objetivos comuns. A SD permitiu também aproximar os conceitos teóricos e a compreensão dos fenómenos naturais de geotermia e geomagnetismo no estudo do interior da geosfera, através das atividades laboratoriais, desenvolvendo nos alunos maior consciência e sensibilidade para a necessidade da investigação em ciência e para a complexidade da metodologia científica, promovendo o pensamento crítico na realização e análise de trabalhos científicos.

Os objetivos profissionais foram também fundamentais neste PII, já que permitiram ao PE, perante uma problemática educativa, dirigir um projeto de raiz com aplicação de metodologias de investigação-ação o que promoveu uma maior autonomia profissional docente, através de uma ação reflexiva e participante na procura de uma melhoria contínua do processo de ensino-aprendizagem. Inerente à aplicação do PII foi também fundamental para o PE desenvolver as competências didáticas de planificar atividades letivas, produzir recursos educativos e aplicar estratégias diversificadas, com ênfase nas atividades práticas laboratoriais. A aplicação da metodologia de EOAI constituiu um desafio para o PE pois implicou o seu aprofundamento teórico e adaptação prática na estruturação da SD, de forma a constituir uma mais-valia na prática educativa e cumprindo as recomendações para o ensino das ciências. Em paralelo, esta investigação conduziu ao aprofundamento dos conhecimentos científicos sobre geotermia e geomagnetismo no estudo da geosfera, permitindo uma atualização do PE nestas áreas da geologia.

b. Limitações do estudo

Este estudo e as conclusões dele resultantes estão limitados ao contexto educativo em que decorreu a investigação, o qual é afetado por vários fatores, incluindo a turma *per si* e a atuação do PE durante a implementação da SD. Também deve ser tido em consideração o reduzido tamanho da amostra, uma turma com vinte alunos, e a sua natureza não aleatória e de conveniência condicionado pelo âmbito de aplicação de PII na PES, inserida na UC IPP. Desta forma, a extrapolação dos resultados obtidos a outras realidades educativas é limitada, quer sejam turmas do mesmo nível de ensino ou outro nível, ou a outros conteúdos de Geologia, sendo aplicáveis ao contexto particular em que decorreu o estudo.

Ainda tendo em conta o âmbito de aplicação desta investigação estar inserida na PES, e esta associada à planificação de atividades letivas e não-letivas previstas para a turma e disciplina no respetivo ano letivo, a implementação da SD esteve limitada a um período e conjunto de aulas pré-definidos. Dado que as atividades práticas laboratoriais de tipologia aberta podem ser morosas, dependendo também da familiarização dos alunos com os passos do método científico, uma das três atividades práticas definidas para o estudo não foi implementada, dado que se verificou que não era factível no tempo/aulas da SD e apesar de toda a disponibilidade e apoio da professora cooperante.

c. Estudos futuros

A aplicação da metodologia de IA pressupõe que os resultados da implementação de um ciclo de investigação clarifiquem sobre a problemática em estudo e iniciem um novo ciclo, através da identificação de fatores relevantes para a resolução das questões educacionais abordadas. Nesta perspetiva e de forma a aferir sobre a importância das estratégias do tipo trabalho prático laboratorial dirigidas para o EOAII contribuírem para a construção de AEs e competências investigativas, seria pertinente a realização de um bloco de aulas adicional, pós SD, com recurso à mesma abordagem didática, e que permitiria de uma forma longitudinal, acompanhar a evolução da turma estudada quanto às competências investigativas.

Também seria relevante o alargamento deste estudo a mais turmas do mesmo nível de ensino, aumentando a amostra e atenuando o efeito das particularidades de cada turma nos resultados obtidos e contribuindo para uma maior fiabilidade dos resultados. Outro aspeto a aprofundar seria a eficácia da abordagem didática escolhida na construção das AEs relativas à geotermia e geomagnetismo como métodos indiretos de estudo da geosfera comparando-a com outras metodologias

didáticas que recorrem ao EOAI ou não, a estratégias práticas laboratoriais versus outras estratégias, de forma a aferir sobre o papel de cada elemento didático no desenvolvimento das AEs em estudo.

Referências bibliográficas

Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504–525. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1716093>

Alarcão, I. (2001). Professor-investigador. Que sentido? Que formação? In: Campos, B.P. (org) *Formação Profissional de Professores no Ensino Superior*. Cadernos de Formação de Professores. Porto. Porto Editora, 21-30 <https://www.researchgate.net/publication/259574910>

Aniko, N. T. (2022) Geothermal Utilization Statistics 2019, Editor(s): Trevor M. Letcher, *Comprehensive Renewable Energy* (Second Edition), Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819727-1.00120-5>.

Apeadido, S., Opoku-Mensah, D. & Mensah, G. (2024). Enhancing Science Process Skills and Academic Performance in Biology: The Impact of Practical Work. *Integrated Science Education Journal*. 5, 34-41. <https://doi.org/10.37251/isej.v5i1.854>

Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70. https://www.academia.edu/40820250/BARDIN_L_1977

Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). *Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based and cooperative learning*. San Rafael, CA: George Lucas Educational Foundation.

Barros, J., Almeida, P. & Cruz, N. (2012). Fieldwork in Geology: Teachers' Conceptions and Practices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 47, 829-834. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.743>.

Bento, P.S.F. (2013). *Trabalho experimental no ensino secundário*. Universidade de Aveiro. [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/10773>

Bogdan, R.C. & Biklen, S.K. (1994) *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora, Porto.
<https://ria.ufrn.br/123456789/1119>

Bonito, J. (2008). Perspectivas actuais sobre o ensino das ciências: clarificação de caminhos. *Terræ Didactica*. 4, 28-42. [http:// www.ige.unicamp.br/ terraedidactica/](http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/)

Bonito, J. & Oliveira, H. (2023). O trabalho prático no ensino das ciências: Uma abordagem à evolução histórica. *História da Ciência e Ensino construindo interfaces*. 27, 3-21. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2023v27espp3-2>

Borges, M. (2002) Concepções alternativas dos alunos sobre o campo magnético terrestre: implicações na aprendizagem da teoria tectónica de placas. [Master's thesis, Universidade de Aveiro]. Repositório Institucional da Universidade de Aveiro. <https://ria.ua.pt/handle/1003>

Bransford, J. D., Brown, A. L & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Academy of Sciences.

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2000). Perspetivas de Ensino de Ciências in Centro de Estudos de Educação em Ciências (CEEC) *Perspetivas de Ensino Textos de Apoio*. Cadernos Didácticos. Série Ciências (1ª Edição). Universidade de Aveiro.

Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P. de, Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.

Caetano, A.P. (2003). Para uma conceptualização da reflexão na investigação-acção. *Revista Portuguesa de Pedagogia*. 37,113-133. ConceptReflexInvAcc\343o_PaulaCaetano.doc) (movimentoescolamoderna.pt)

Cardoso, A., Ribeiro, T. & Vasconcelos, C. (2018). What Is Inside the Earth?: Children's and Senior Citizens' Conceptions and the Need for a Lifelong Education. *Science & Education*. 27, 715-736. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-0003-y>

Castro, José & Morgan, Kevin & Mesquita, Isabel. (2012). Investigação-ação; conceção, metodologia e aplicação.. In book: Métodos e Técnicas de Investigação em

Ciências do Desporto. (pp.101-125). Publisher: Lisboa: Edições FMH. Editors: A. Rosado, C. Colaco, I. Mesquita.
https://www.researchgate.net/publication/257222183_Investigacao_acao_concecao_metodologia_e_aplicacao

Chesters, J. & Daly, D. (2017). Do Peer Effects Mediate the Association between Family Socio-Economic Status and Educational Achievement? *Heliyon*.6, 63-77. <https://doi.org/10.1002/ajs4.3>

Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. & Vieira, S. (2009). *Investigação Acção: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas*. Universidade do Minho. Psicologia, Educação e Cultura.

Correia, G. P. (2014). *Paleomagnetismo e tectónica de placas: Desenvolvimento e avaliação de modelos para o ensino*. [Doctoral dissertation Universidade de Coimbra]. Repositório Científico da Universidade de Coimbra. <https://hdl.handle.net/10316/23561>

Correia, G. P. & Gomes, C. R. (2014). Conceções dos professores de BG sobre o ensino do Paleomagnetismo no ensino secundário, *Comunicações Geológicas*. 101, 1241-1245. <http://www.ineg.pt/iedt/unidades/16/paginas/26/30/185>

Correia, G.P. & Gomes, C.R. (2017). Geomagnetic field and paleomagnetism: proposal of a laboratory practical activity. 24, 4247-4255. <https://doi:10.21125/edulearn.2017.1917>.

DeBoer, G. (2006). Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In Flick, L. B., & Lederman, N. G. (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science* (1.^a edição, pp. 17-35). Springer.

Dewald, J.F., Meijer, A.M., Oort, F.J., Kerkhof, G. A., & Bögels, S. M. (2010). The influence of sleep quality, sleep duration and sleepiness on school performance in children and adolescents: A meta-analytic review. *Sleep Med Rev*.14(3),179-89. <https://doi:10.1016/j.smr.2009.10.004>

Dias, A.J.G., Freitas, M.C.A.O., Guedes, F. & Bastos, M.C. (2013) Método de estudo (Estrutura Interna da Terra), *Rev. Ciência Elementar* V1(01):040. <https://doi:10.24927/rce2013.040>

Dohaney, J., Brogt, E. & Kennedy, B. (2015) Strategies and perceptions of students' field note-taking skills: Insights from a geothermal field lesson. *Journal of Geoscience Education* 63 (3), 233 - 2491

Donwels, A., Lastra, A., Amallarinto, B., Noel, A., Deiparine, J. et al. (2024). The relationship between extracurricular activities and academic performance among high school students. *Psychology and education: a multidisciplinary journal*. 21(5): 522-527. <https://doi:10.5281/zenodo.12594232>

Duschl, R. A. (2008). Science education in three-part harmony: Balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291. <https://doi:10.3102/0091732X07309371>

Erdmann, W., Kmita, H., Kosicki, J.Z. et al. (2021). How the Geomagnetic Field Influences Life on Earth – An Integrated Approach to Geomagnetobiology. *Orig Life Evol Biosph* 51, 231–257 <https://doi.org/10.1007/s11084-021-09612-5>

Erickson, M., Marks, D., & Karcher, E. (2020). Characterizing student engagement with hands-on, problem-based, and lecture activities in an introductory college course. *Teaching & Learning Inquiry*, 8, 138-153. <https://doi.org/10.20343/teachlearninqu.8.1.10>

Esteves, H., Ferreira, P., Vasconcelos, C. & Fernandes, I. (2013). Geological Field work: A study carried out with Portuguese secondary school students. *Journal of Geoscience Education*. 61. 318-125. <https://doi.org/10.5408/12-394.1>

Ferreira, S. & Morais, A.M. (2014). Conceptual Demand of Practical Work in Science Curricula A Methodological Approach. *Res Sci Educ* 44:53–80 <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9377-7>

Ferreira, S. & Morais, A.M. (2020). Practical Work in Science Education: Study of Different Contexts of Pedagogic Practice. *Res Sci Educ* 50, 1547–1574 <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9743-6>

Freeman S., Eddy S. L., McDonough M., Smith M. K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Freitas, A., Matos, J., Piedade, J., Teodoro, V. & Duarte, R. (2024). Teaching Research Methodologies in Education: *Teachers' Pedagogical Practices in Portugal*. Open Education Studies. 6. <https://doi.org/10.1515/edu-2024-0002>

Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2016). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>

Guffey, S. K., & Slater, T. F. (2020). Geology misconceptions targeted by an overlapping consensus of US national standards and frameworks. *International Journal of Science Education*, 42(3), 469–492. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1715509>

Henriques, R. (2016). *Ensino em geologia e biologia, métodos indirectos do estudo do interior da terra, sucessão ecológica e serviços dos ecossistemas*. [Master's thesis, Universidade de Coimbra]. Repositórios Científicos de acesso aberto de Portugal. <https://hdl.handle.net/10316/35208>

Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85–142. <https://doi.org/10.1080/03057269308560022>

Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36, 2534–2553. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>

Hofstein, A. (2017). The role of laboratory in science teaching and learning. In K. S. Taber & B. Akpan (Eds.), *Science Education: An international course companion* (pp. 357–368). The Netherlands: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_26

Huang, Y. (2021). Effectiveness of inquiry-based science laboratories for improving teamwork and problem-solving skills and attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-29 <https://www.researchgate.net/publication/355441031>

Instituto de Avaliação Educativa. 2023. Arquivo de Provas e Exames. <https://iave.pt/provas-e-exames/provas-e-exames>

Jiang, F., & McComas, W. F. (2015). The Effects of Inquiry Teaching on Student Science Achievement and Attitudes: Evidence from Propensity Score Analysis of PISA Data. *International Journal of Science Education*, 37(3), 554–576. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.1000426>

Jiménez, D. A., Sánchez, P. G. & Aranda, A. R. (2018) Teaching opportunities in measurements of magnetic field. *XIII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference (TAEF)*, La Laguna, Spain, pp. 1-6, doi: 10.1109/TAEF.2018.8476069.

King, H. (2012). Student difficulties in learning geoscience. *Planet*, 25, 40- 47. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61762309>

Kirschner, P. A., & Erkens, G. (2013). Toward a framework for CSCL research. *Educational Psychologist*. 48(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.750227>

Kyle, W. C. (2020). Expanding our views of science education to address sustainable development, empowerment, and social transformation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1). <https://diser.springeropen.com/articles/10.1186/s43031-019-0018-5>

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86 , 681–718. <https://doi:10.3102/0034654315627366>

Libarkin, J. C., & Anderson, S. W. (2005). Assessment of learning in entry-level geoscience courses: Results from the geoscience concept inventory. *Journal of Geoscience Education*, 53 (4), 394–401.

Lombardi, D., Shipley, T. F., Bailey, J. M. et al. (2021). The Curious Construct of Active Learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 22(1), 8-43. <https://doi.org/10.1177/1529100620973974>

Luo, L. (2017). Diversified research methods education in LIS: Thinking outside the box. *Journal of Education for Library and Information Science*, 58(2), 49–63. <https://www.jstor.org/stable/90015281>

Marques, L., Silva, A. F., Leite, A., & Praia, J. (1997). Trabalho laboratorial e didáctica da Geologia: potencialidades e limitações. Modelação de fenómenos de dinâmica sedimentar. *Boletim das Ciências*. 10 (32), 157-163.

Marques, L. (1998). De la distribución de los continentes a la tectónica de placas: concepciones de los alumnos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 18, 19-29.

Millar, R., Tiberghien, A., Le Maréchal, JF. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. In: Psillos, D., Niedderer, H. (eds) *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Science & Technology Education Library, vol 16. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0_3

Ministério da Educação e Ciência. (2018). Aprendizagens Essenciais para o 10º ano de escolaridade e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI (pp. 1-12). Direção Geral da Educação. http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf

Ministério da Educação e Ciência. (2018a). Aprendizagens Essenciais para o 7º ano de escolaridade e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI (pp. 1-11). Direção Geral da Educação. http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/7_ciencias_naturais.pdf

Ministério da Educação e Ciência. (2018b). Aprendizagens Essenciais para o 11º ano de escolaridade e sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI (pp. 1-16). Direção Geral da Educação. https://dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_fq_a.pdf

Gericke, N., Högström, P., & Wallin, J. (2022). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 59(2), 245–285. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2090125>

Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa*, 47, 1106–1133. <https://doi.org/10.1590/198053144843>

Oliveira, H. & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: a systematic literature review. *Frontiers in Education*. 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641>.

Orion, N. (2001). A Educação em Ciências da Terra: da teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem. In L. Marques, & J. Praia (Eds.), *Geociências nos Currículos dos ensinos Básico e Secundário* (pp. 93-114). Universidade de Aveiro.

Ormrod, J.E. (2017). *How we think and learn: Theoretical perspectives and practical implications*. Cambridge University Press

Osborne, J. (2015). Practical work in science: Misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96, 16–24. [PDF] Practical work in science: misunderstood and badly used? | Semantic Scholar

Paruthi, S., Brooks, L. J., D'Ambrosio, et al. (2016). Consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine on the recommended amount of sleep for healthy children: Methodology and discussion. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 12(11), 1549–1561. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27707447/>

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., Jong, T., Riesen, S., Kamp, E., Manoli, C., Zacharias, Z. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and

the inquiry cycle. *Educational Research Review*. 14.
<https://10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Pedrerros Bustos, F., Bonaccini Calia, D., Budker, D. et al. (2018) Remote sensing of geomagnetic fields and atomic collisions in the mesosphere. *Nat Commun* 9, 3981 <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06396-7>

Pluta, W. J., Chinn, C. A., & Duncan, R. G. (2011). Learners' epistemic criteria for good scientific models. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(5), 486–511.

Sandoval, W. A., Greene, J. A., & Bråten, I. (2016). Understanding and promoting thinking about knowledge origins, issues, and future directions of research on epistemic cognition. *Review of Research in Education*, 40(1), 457–496.

Schanner, M., Bohsung, L., Fischer, C. et al. (2023). The global geomagnetic field over the historical era: what can we learn from ship-log declinations?. *Earth Planets Space* 75, 96 <https://doi.org/10.1186/s40623-023-01852-1>

Schein, Z.P. & Coelho, S.M. (2008) O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. *Caderno Brasileiro de ensino de física*, 23 (1):72-98. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6291>

Shochat, T. Cohen-Zion, M., Tzischinsky, O. (2013) Functional consequences of inadequate sleep in adolescents: a systematic review. *Sleep Med Rev*. 2013;18(1):75–87. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2013.03.005>

Sousa, D. A. (2022). *How the brain learns* (6th edition). Corwin Press. <https://www.corwin.com/books/how-brain-learns-6e-278665>

Slavin, R., Hurley, E.A. & Chamberlain A. (2003) Cooperative learning and achievement: Theory and research. W.M. Reynolds, G.E. Miller (Eds.), *Handbook of psychology: Educational psychology*. 7. Wiley, New York .
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101308>

Taylor, P.C., & Medina, M.N.D. (2013). Educational research paradigms: From positivism to multiparadigmatic. *Journal for Meaning Centered Education*, 1.

<http://www.meaningcentered.org/journal/volume-01/educational-research-paradigms-from-positivism-to-multiparadigmatic>.

Toplis, R. (2012). Students' Views About Secondary School Science Lessons: The Role of Practical Work. *Res Sci Educ* 42, 531–549. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9209-6>

Wang, Y. & Pang, Z. (2023) Heat flux in volcanic and geothermal areas: Methods, principles, applications and future directions. *Gondwana Research*, 122, 260-278. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.09.010>

Apêndices

Apendice_Consentimento e Assentimento



Declaração de Consentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de atividades práticas laboratoriais para alunos 10º ano de escolaridade: métodos indiretos do estudo da geosfera - Geotermia e Geomagnetismo

Nome da investigadora principal: Sandra Isabel Gomes Pereira

Orientadora científica: Cecília Guerra

Contacto da investigadora principal: up199100820@edu.fc.pt

O estudo, no âmbito do meu relatório de estágio da Iniciação à Prática Profissional irá centrar-se numa intervenção educativa que utiliza a metodologia do Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, nas aulas de Biologia e Geologia do 10º ano. Pretende-se verificar se a metodologia e as estratégias baseadas em atividades práticas laboratoriais promovem as aprendizagens sobre geotermia e geomagnetismo, como métodos indirectos do estudo do interior da geosfera, e se desenvolvem as competências investigativas. Para tal, decorrerá uma intervenção constituída por uma sequência didática integrada na normal planificação das aulas de Biologia e Geologia, pelo que as aulas envolvidas na presente investigação decorrerão de forma semelhante às restantes aulas. A investigação pretende incentivar a aplicação desta metodologia e de estratégias no ensino das Ciências.

Eu, o/a encarregado/a de educação abaixo assinado, declaro que:

- A. Autorizo a participação do/da meu/minha educando/a _____, nº _____, do 10º _____, na investigação acima referida;
- B. Compreendi as informações contidas neste documento sobre a investigação supracitada;
- C. Foi-me facultada a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte da investigadora principal;
- D. A participação do/da meu/minha educando/a na investigação mencionada incluirá a aplicação de instrumentos de recolha de dados e documentais incluindo fichas de trabalho, quizzes, posters, mapas de conceitos, snapshots e grelhas de observação pela investigadora principal;
- E. Compreendi que a participação do/da meu/minha educando/a é voluntária e que poderá desistir a qualquer momento, sem indicar o motivo. No entanto, entendo também que o sucesso do presente estudo depende da sua colaboração;
- F. Percebi que é garantido o anonimato para o exterior e a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos;
- G. Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins da investigação em causa.

O/A encarregado/a de educação

A investigadora principal

(Sandra Pereira)

Data ____ / ____ / ____

Data ____ / ____ / ____



UNIDADE DE ENSINO
DAS CIÊNCIAS



Declaração de Assentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para a aprendizagem por investigação através de atividades práticas laboratoriais para alunos 10º ano de escolaridade: métodos indiretos do estudo da geosfera - Geotermia e Geomagnetismo

Nome da investigadora principal: Sandra Isabel Gomes Pereira

Orientadora científica: Cecília Guerra

Contacto da investigadora principal: up199100820@edu.fc.pt

Olá!

Venho convidar-te para participares num projeto que decorrerá durante as nossas aulas de Biologia e Geologia, sobre a temática geotermia e geomagnetismo como métodos do estudo do interior da geosfera. Esta investigação é importante para promover as aprendizagens através de atividades práticas laboratoriais. A tua participação é fundamental para o sucesso deste projeto.

Se estiveres disposto/a a colaborar neste projeto, peço-te que leias e assines o teu consentimento:

Eu, abaixo assinado/a, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento, sem indicar o motivo, mas compreendo que o sucesso deste estudo depende da minha colaboração.

O/A aluno/a:

Data ____ / ____ / ____

Obrigada pela tua colaboração e bem vindo ao grupo de investigação!

A investigadora principal

(Sandra Pereira)

Data ____ / ____ / ____

Apêndice Recurso Aula I&II

3.2. Métodos indiretos

Domínio 2
Estrutura e dinâmica da Geosfera

Unidade 3:
Métodos para o estudo do interior da geosfera

3.2. Métodos indiretos:
Geotermia e Geomagnetismo



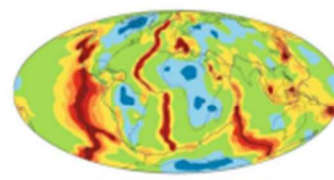
3.2. Métodos indiretos

Métodos indiretos

- Sismologia**
Permite conhecer o comportamento dos materiais do interior da Terra, através das ondas sísmicas que os atravessam.
- Geotermia**
Fornece dados sobre a variação da temperatura da Terra com a profundidade.
- Geomagnetismo**
Disponibiliza dados de variação do campo magnético terrestre e da composição e estado físico da Terra.
- Planetologia e Astrogeologia**
Permitem conhecer características de planetas e de outros astros que tiveram a mesma origem que a Terra.

3.2. Métodos indiretos

Geotermia
estudo da variação da temperatura no interior da Terra.



- Parte do calor interno da Terra é dissipado à superfície.
- O **fluxo térmico** é a quantidade de energia térmica libertada por unidade de superfície e de tempo.

3.2. Métodos indiretos

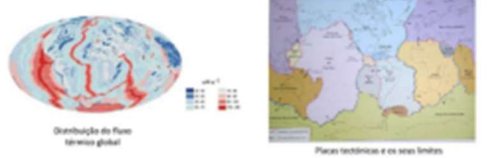
O fluxo térmico e a tectónica de placas



Os rifts representam as zonas de maior fluxo térmico enquanto que os escudos e crátes, no interior das placas continentais, estão associados ao menor valor de fluxo térmico.

3.2. Métodos indiretos

O fluxo térmico e a tectónica de placas



Distribuição do fluxo térmico global

Placas tectónicas e as suas fronteiras

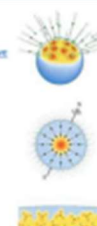
3.2. Métodos indiretos

Qual a origem do calor que vem do interior da Terra?

CCVT - De Baffin ao gradiente geotérmico - Visite www.ccsntrm.com para ver mais - Google Drive

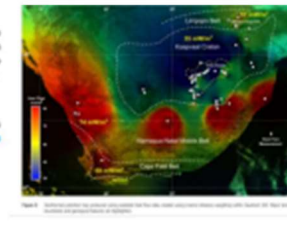
- A energia térmica interna da Terra provém:
 - da energia remanescente do processo de formação da Terra:
 - Impacto de meteoritos;
 - compressão das zonas internas sob o peso crescente da acumulação de novos materiais;
 - da desintegração radioativa.

O calor resultante tinha dificuldade em irradiar para o espaço devido à baixa condutividade térmica das rochas, acumulando-se no interior da Terra e fazendo aumentar a sua temperatura.



3.2. Métodos indiretos

- A determinação da variação da temperatura na geosfera é essencial, pois, juntamente com a **pressão** e a **composição**, são determinantes do estado físico dos materiais.
- Determinações feitas em minas e em furos ultraproprios mostram que a **temperatura aumenta com a profundidade**.



3.2. Métodos indiretos

Se a variação da temperatura seguir o mesmo perfil (inclive) do gráfico ao lado para grandes profundidades, atingiria no centro da Terra...

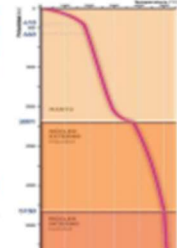
... muitos milhares de graus → fusão de todos os materiais.

- Subimos, através da Sismologia, que a maioria das camadas estruturais da Terra estão no estado sólido.

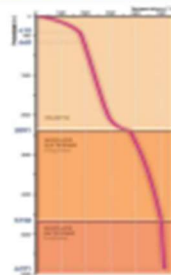
Gradiente geotérmico - taxa de variação da temperatura com a profundidade (°C/km).

O gradiente geotérmico não varia de um modo uniforme:

- O **gradiente geotérmico diminui com a profundidade**, ou seja, o aumento da temperatura faz-se de um modo mais lento (o aumento é maior na litosfera e diminui nas camadas mais profundas).



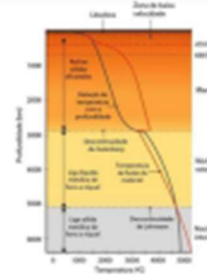
3.2. Métodos indiretos



- **Grad geotérmico** – número de metros que é necessário aprofundar para que a temperatura aumente 1°C (m/°C).
- Varia de forma inversa ao gradiente geotérmico.
- O **grad geotérmico aumenta com a profundidade**, ou seja, é preciso cair mais metros para que a temperatura aumente 1°C.

3.2. Métodos indiretos

- A partir da atmosfera e a superfície da pressão é muito maior que o aumento da temperatura, mantendo os materiais no estado sólido.
- A exceção é o núcleo interno que é líquido.
- Desta modo é possível concluir que a **ação conjugada da pressão e da temperatura** influencia o estado físico e a rigidez dos materiais.



3.2. Métodos indiretos

Distribuição de centros geotérmicos

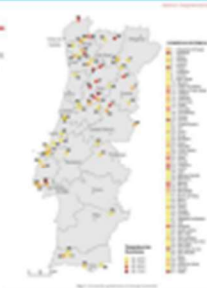


Figura 6: Global Heat Flow (Fonte: Global Heat Flow)

Table 1: The number of active geothermal power plants in 2010

3.2. Métodos indiretos

- Portugal**
- 3.3 Reservatórios e recursos geotérmicos**
- Uma concentração de calor no interior da crosta terrestre dá origem a um **reservatório geotérmico**, que pode ser usado para produzir energia elétrica ou para aquecimento.
- Aplicações:**
- **Alta entalpia** – quando a temperatura é superior a 150°C;
 - **Média entalpia** – quando a temperatura é inferior a 150°C e superior a 100°C;
 - **Baixa entalpia** – correspondem a temperaturas entre 30°C e 100°C.
- Produção energia elétrica**
- Sistemas Climatização**



3.2. Métodos indiretos

- **Notícia:** 1. Aumento da produção geotérmica nos Açores (LST Açores). 2. Os três centros geotérmicos dos Açores (Ovar, São Roque, e São Roque) estão a produzir uma potência total de 10 MW. 3. O projeto de investigação da LST Açores, LST Açores, LST Açores.



3.2. Métodos indiretos

- Explique por que razão as zonas em que o gradiente geotérmico é elevado apresentam menor pegada ecológica.**
- A energia geotérmica é uma energia renovável e não poluente. As zonas de elevado gradiente geotérmico permitem a utilização da energia geotérmica, e, consequentemente, a poupança de combustíveis fósseis e a diminuição da poluição/emitido de CO₂.

A **pegada ecológica** é um indicador da relação entre os recursos produzidos pela natureza e a quantidade de recursos consumidos pelo ser humano.

World's First Magma Observatory

10/10

3.2. Métodos indiretos

- O observatório de Cabo Verde, cuja localização está assinalada na figura, fica situado numa região elevada de atividade vulcânica. Esta elevação relaciona-se com um mecanismo de tipo **hotspot** oceânico (ponto quente), que leva à acumulação de material eruptivo nos fundos oceânicos, entre a costa africana e a ilha do Atlântico.

Fonte: Adaptado de Exame Nacional de Biologia e Geologia, 2016, Época Especial

Classifique como verdadeira ou falsa a seguinte afirmação:

As regiões vulcânicas de Cabo Verde, associadas a fenómenos de pontos quentes, apresentam elevado gradiente geotérmico.



Linhas divergentes de Atividade de Cabo Verde

3.2. Métodos indiretos

Ajude a análise do texto e da figura, selecione a opção que completa corretamente a seguinte afirmação:

À medida que aumenta a distância ao rift da Atlântica...

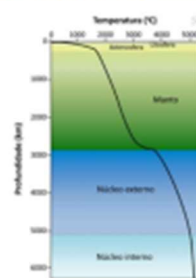
- A. o fluxo térmico vai aumentando, e a espessura dos sedimentos é maior.
 B. o grau geotérmico vai aumentando, e a espessura dos sedimentos é maior.
 C. o fluxo térmico vai diminuindo, e a espessura dos sedimentos é maior.
 D. o grau geotérmico vai diminuindo, e a espessura dos sedimentos é maior.

Selecione a opção que completa corretamente a seguinte afirmação:

Nas regiões onde o grau geotérmico...

- A. diminui, o gradiente geotérmico também diminui.
 B. aumenta, ocorre sempre o aumento do fluxo térmico.
 C. diminui, o gradiente geotérmico aumenta.
 D. aumenta, há sempre dorsais oceânicas próximas.

3.2. Métodos indiretos



O gráfico representa as variações da temperatura no interior da Terra, na realidade, que estão influenciadas pelo traçado da curva geotérmica.

Fonte: Adaptado de https://www.geologia.pt/geologia/tema/tema3/tema3_2/geotermia/geotermia.htm

Ajude a análise do texto e da figura, selecione a opção que completa corretamente a seguinte afirmação:

A partir da análise do gráfico, verifica-se que o gradiente geotérmico...

- A. é mais elevado no núcleo interno do que no núcleo externo.
 B. é mais elevado no núcleo externo do que no núcleo interno.
 C. não varia significativamente na crosta e astenosfera.
 D. varia significativamente no núcleo interno.

3.2. Métodos indiretos

APRENDER

O que é a geotermia?

Como varia a temperatura à superfície e em profundidade na geosfera?

Que informação nos dão o grau, o gradiente e o fluxo geotérmico?

Qual a origem da energia térmica no interior da Terra?

Quais as aplicações na sociedade do conhecimento da geotermia?

3.2. Métodos indiretos

Mina de ouro Mponeng-África do Sul, situada a 4 km de profundidade



Temperatura média: 56°C



Aquecimento do ambiente interno da mina com recurso a gelo

Sabendo que o gradiente geotérmico médio na superfície da geosfera estima-se em 25°C/km, como explica a temperatura observada na mina Mponeng?

Hábitos

Domínio 2

Estrutura e dinâmica da Geosfera

Unidade 3:

Métodos para o estudo do interior da geosfera

3.1. Métodos indiretos

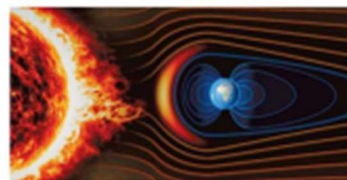
- Geomagnetismo



3.2. Métodos indiretos

Geomagnetismo

- A Terra possui um campo magnético invisível, do qual nos apercebemos observando as agulhas magnéticas das bússolas.
- A Terra é cercada por um campo de forças magnéticas – a **magntosfera**.



Caricão artística da relação entre o campo magnético terrestre e os ventos solares.

3.2. Métodos indiretos

1. Defina os seguintes conceitos:

1.1. magnetosfera;

1.2. geomagnetismo;

2. Explique a existência de geomagnetismo.

1.

1.1. A magnetosfera é a região em torno de um corpo celeste (Terra) ocupada pelo seu campo magnético.

1.2. É o estudo do campo magnético terrestre.

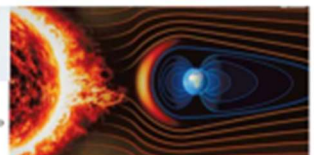
2.

A hipótese mais aceite pela comunidade científica internacional sugere o seguinte:

– o núcleo é composto por metais;

– no núcleo externo, esta liga de metais, que se encontra no estado líquido, descreve movimentos de rotação;

– este movimento de rotação cria uma corrente elétrica, a qual origina o campo magnético terrestre.



3.2. Métodos indiretos

3. Escreva, com base no texto, consequências da existência de magnetosfera e dos seus movimentos de polaridade.

3.1. para o desenvolvimento da geosfera;

3.2. para a vida na Terra.

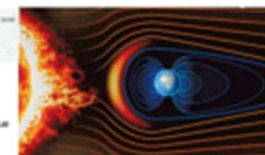
3.

3.1. Admite-se que as inversões de polaridade originaram perturbações na biosfera entre o mar e o núcleo, que terão desencadeado intensos períodos de vulcanismo (associado a pontos quentes).

3.2. Os períodos de vulcanismo intenso, eventualmente provocados pela inversão da polaridade do campo magnético terrestre, poderão explicar a extinção de espécies devido à erupção para a atmosfera de enormes quantidades de materiais voláteis. Por outro lado, a magnetosfera funciona como um **escudo protetor dos ventos solares**, permitindo a existência de vida.

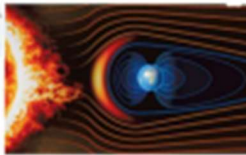
➤

Sem a ação protetora do campo geomagnético, a vida seria impossível na Terra.



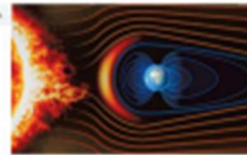
3.2. Métodos indiretos

1. Estabelece, com base no texto, correspondências de conceitos de magnetismo e dos seus conceitos de polaridade.
2. Para o planeta Terra, indica as direções dos polos magnéticos.



3.2. Métodos indiretos

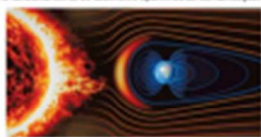
3. Repete a experiência de magnetização terrestre para o caso do núcleo da Terra.



4. O geomagnetismo permite correlacionar, de forma indireta, factos observados à superfície da Terra (ex.: orientação segundo a direção dos polos magnéticos N-S, de qualquer corpo magnético livre) com hipóteses de estrutura e composição do interior (sugerindo uma composição estratificada para o núcleo da Terra e explicando a existência do campo magnético terrestre em resultado da rotação de metais fluidos no núcleo externo).

3.2. Métodos indiretos

1. Estabelece o campo magnético terrestre seja importante para os seres humanos, é extremamente importante para o planeta protegendo-o dos ventos solares que contém partículas perigosas para os seres vivos e que afetam o funcionamento de satélites e aparelhos de comunicação.

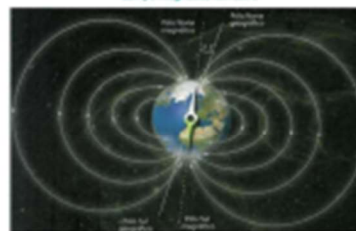


O campo magnético terrestre protege a Terra dos efeitos nocivos dos ventos solares (SV), sendo responsável pela formação das auroras boreais, visíveis apenas nos regiões polares (SB).

É ao nível dos polos magnéticos (onde o campo magnético é menos intenso) que os ventos solares se fazem sentir mais intensamente, com maior entrada de partículas negativas na atmosfera terrestre. O choque destas elétrons com os átomos presentes nas camadas mais externas da atmosfera provoca a emissão de luz originando as auroras boreais.

3.2. Métodos indiretos

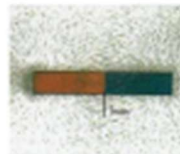
Campo magnético terrestre



2. Os polos magnéticos (norte e sul) encontram-se ligeiramente deslocados em relação ao eixo de rotação da Terra, isto é, em relação aos polos geográficos.

3.2. Métodos indiretos

1. A Terra comporta-se como um ímã gigante (ímã) gigante produzindo um campo magnético.
2. É possível visualizar a formação de um campo magnético colocando pequenas partículas metálicas de ferro na proximidade de um ímã.
3. As partículas magnetizadas dispõem-se segundo linhas de força que representam o campo magnético gerado pelo ímã.



3.2. Métodos indiretos

Como se gera o campo magnético terrestre?

1. Admita-se que o material constituinte do núcleo externo, no estado líquido, se encontra em movimento de rotação, criando uma corrente elétrica, a qual, por sua vez, origina o campo magnético terrestre.
2. Como os materiais bons condutores de eletricidade são os metais, a existência do campo magnético terrestre aponta (de forma indirecta) uma composição metálica para o núcleo.

3.2. Métodos indiretos

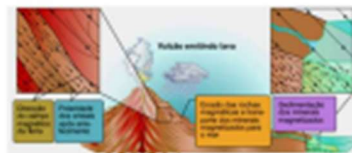
Geomagnetismo

1. A Terra é cercada por um campo de forças magnéticas – o **magnetosfera** – que permite que qualquer corpo magnético livre se oriente segundo a direção dos polos magnéticos norte e sul.
2. É o caso das agulhas das bússolas e das cristais de magnetite (Fe_3O_4) numa lava em arrefecimento.
3. Os basaltos são rochas ricas em minerais ferromagnéticos (magnetite, muito rica em ferro).
4. Durante o arrefecimento da lava ou da lava, os cristais ficam magnetizados quando a temperatura desce abaixo de um certo valor, chamado **ponto de Curie** (585°C para a magnetite).



3.2. Métodos indiretos

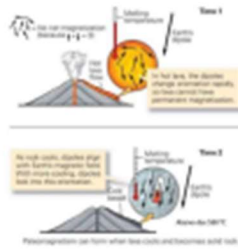
5. Os cristais de magnetite funcionam como ímanes, com uma polaridade paralela à do campo magnético terrestre no momento da sua formação, conferindo à rocha uma polaridade idêntica.



Orientação da polaridade dos minerais ferromagnéticos de acordo com o campo magnético vigente no momento da sua formação.

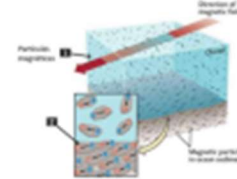
3.2. Métodos indiretos

- Quando a temperatura do magma é muito alta, a agitação dos átomos é elevada, impedindo que estes se orientem de acordo com o campo magnético.



- Quando a temperatura desce abaixo de ponto de Curie, os átomos orientam-se paralelamente ao campo magnético da Terra.

3.2. Métodos indiretos



- As rochas sedimentares também podem registar o campo magnético terrestre, pois os minerais que as formam podem possuir propriedades magnéticas e, quando da deposição, orientam-se de acordo com o campo magnético terrestre.

3.2. Métodos indiretos

- Os minerais ferromagnéticos **conservam permanentemente a polaridade magnética presente no momento da sua formação**, só a perdendo se forem aquecidos acima da temperatura correspondente ao ponto de Curie.
- Certas rochas, como as basaltos, retêm a "memória" do campo magnético terrestre na altura da sua formação - **campo paleomagnético**.
- O estudo dos campos magnéticos terrestres preservados nas rochas designa-se **paleomagnetismo**.

3.2. Métodos indiretos

- A orientação magnética pode ser utilizada para determinar a distância relativa de uma rocha aos polos magnéticos no momento da sua formação.



3.2. Métodos indiretos



3.2. Métodos indiretos

- A orientação magnética registada numa rocha indica a direção do campo magnético no momento da sua formação.



Como explicar a diferente localização dos polos magnéticos a partir do paleomagnetismo de rochas com a mesma idade, localizadas em continentes diferentes?
As rochas com minerais ferromagnéticos registam a direção do campo magnético no momento da sua formação. Assim, rochas formadas na mesma altura indicam a mesma localização dos polos magnéticos. A diferente localização dos polos paleomagnéticos a partir de rochas com a mesma idade de diferentes continentes, deve-se ao movimento desses continentes ao longo do tempo.

3.2. Métodos indiretos

- O **paleomagnetismo** permite saber o campo magnético terrestre numa dada época geológica, desde que se saiba a idade da rocha.



- É possível determinar a posição dos continentes antigos ao longo do tempo, um aspeto essencial na reconstituição do **movimento das placas tectónicas** e na descoberta de **supercontinentes** antigos.

3.2. Métodos indiretos

- O estudo de rochas basálticas dos fundos oceânicos mostra que alguns minerais registam uma **polaridade oposta à atual**.

- Quando estes minerais se formaram, o polo norte magnético, que está atualmente próximo do polo norte geográfico, localizava-se no atual polo sul magnético.
Nesta situação, uma bússola apontaria para...
...o polo sul, em vez de polo norte.

Ou seja, o campo magnético terrestre **tem mudado periodicamente a sua polaridade**.

- A polaridade remanescente nas rochas idêntica à do campo magnético atual é chamada **polaridade normal**, a oposta designa-se **polaridade inversa**.
- A mudança de uma polaridade normal para uma inversa designa-se por **inversão do campo magnético terrestre**.

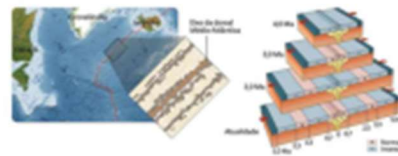
3.2. Métodos Indiretos

- Em 1952, Patrick Blackett inventou o **magnetómetro**, aparelho que permite medir a intensidade de campos magnéticos muito fracos, bem como a direção e o sentido do campo magnético "fossilizado" nas rochas.
- Percorrendo as fundas oceânicas com um magnetómetro, verifica-se que em determinadas zonas a intensidade do campo magnético é superior à intensidade média atual – **anomalia positiva** – e noutras zonas é inferior – **anomalia negativa**.
- Estes dados permitem traçar o perfil magnético dos fundos oceânicos.



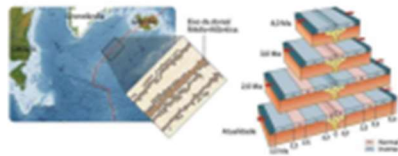
3.2. Métodos Indiretos

- O estudo do magnetismo do fundo oceânico revelou a existência de regiões com **anomalias magnéticas simétricas relativamente aos riftes**.



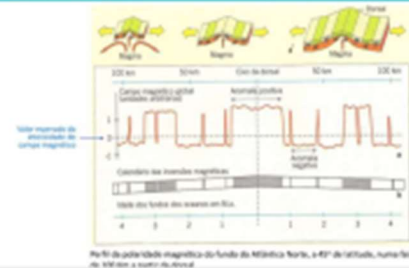
- As anomalias magnéticas permitem determinar a polaridade dos basaltos do fundo oceânico:
 - Regiões com **anomalias positivas** – basalto com **polaridade normal**;
 - Regiões com **anomalias negativas** – basalto com **polaridade inversa**.

3.2. Métodos Indiretos



- Os basaltos registam **variações inversas magnéticas** ao longo do tempo.
- A **durada** dos períodos com polaridade normal ou polaridade inversa tem variado ao longo do tempo.

3.2. Métodos Indiretos

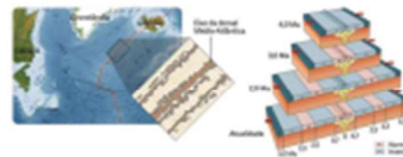


3.2. Métodos Indiretos

Interpretando as anomalias magnéticas positivas e negativas verificadas no perfil magnético do Atlântico...

- Em cada zona da crosta oceânica é registado o somatório de dois campos magnéticos, o da Terra nesse momento e o das rochas.
- As **anomalias positivas** verificam-se nas zonas em que a crosta tem polaridade idêntica à do campo magnético atual.
- As **anomalias negativas** verificam-se em zonas em que a polaridade das rochas é inversa à do campo magnético terrestre.

3.2. Métodos Indiretos



- Após formarem-se a partir do rifte central, as rochas registam o campo magnético presente no momento da sua formação.
- Processos de datação das rochas dos fundos oceânicos e a deteção de um padrão simétrico nas anomalias magnéticas nos dois lados do rifte apoia a teoria da **expansão dos fundos oceânicos** a partir dos riftes.

3.2. Métodos Indiretos

Importância do geomagnetismo

- A existência do **campo magnético** terrestre apoia o modelo sobre a composição e as características físicas do núcleo terrestre (núcleo externo constituído por metais, possivelmente ferro e níquel, no estado líquido).
- O campo magnético terrestre protege a Terra dos ventos solares.
- O **palaeomagnetismo** fornece inúmeras informações sobre o passado da Terra:
 - Permite determinar a direção e a intensidade do campo magnético no passado;
 - Regista as inversões da polaridade do campo magnético terrestre;
 - Permite determinar a latitude geográfica que as rochas antigas ocupavam no momento da sua formação;
 - Permite tirar **clayões** sobre a posição dos continentes antigos;
 - Apoia a teoria da **expansão dos fundos oceânicos** e da **tectónica de placas**.



3.2. Métodos Indiretos

- As **anomalias magnéticas**, detetadas com recurso a magnetómetros, são, à semelhança das gravimétricas, um bom indicador da existência de **juízes metálicos** no interior da crosta terrestre. Ex: A presença de **juízes de ferro** pode fazer aumentar significativamente os valores da intensidade do campo magnético num dado local originando-se uma anomalia.
- O conhecimento do campo geomagnético é hoje indispensável:
 - Para a navegação (terrestre, marítima, aérea ou espacial);
 - Para as telecomunicações;
 - Para a manutenção das redes de energia.

Apêndice Aula III Ficha trabalho

		
Biologia e Geologia Ficha de trabalho		Métodos para o estudo do interior da Geosfera: Geotermia e Geomagnetismo
Nome:	Data:	
Nome:		
Nome:		
Nome:		

Atividade Prática Laboratorial

Nesta atividade, a tua grupo de trabalho vai ser responsável por explorar algumas questões relativas à geotermia e ao geomagnetismo. São disponibilizados materiais e equipamentos que vão auxiliar a investigação, a qual requer um desenho experimental, a sua execução e recolha de dados, de forma a testar a validade da hipótese. Por fim, comunica os teus resultados aos restantes grupos.

Deves seguir as regras de higiene e segurança e as boas práticas do trabalho laboratorial.

Parte 1. Geotermia

Questão-Problema: Como varia a temperatura na profundidade na geosfera?

Hipótese:

Desenho Experimental:

Materiais e equipamentos:
Blocos de argila
Termómetro de infravermelhos
Mápis
Fonte de calor

Registo dos resultados:

Discussão dos resultados:
(Incluindo limitações da experiência)

Conclusão:

Parte 2. Geomagnetismo

Questão-Problema: Qual a influência de um campo magnético na orientação de minerais ferromagnéticos?



Discussão dos resultados:
(Incluindo limitações da experiência)

Hipótese:

Desenho Experimental:

Materiais e equipamentos:
Linha de ferro e de alumínio
Cartolina
Imã
Educação de poliestireno esferovite com/sem imã no interior
Bicicleta
Pimentes (marcação pólos)
Bateria elétrica (bateria)

Conclusão:

Registo dos resultados:



Ponto 3. Atividades essenciais e "geotermicas"

Questão-Problema: Que informação podemos obter sobre o interior da geosfera a partir das anomalias magnéticas e "geotermicas"?

Alérgico:

Descrição Experimental:

Materiais e equipamentos

Mapa tectónico
Magnetómetro virtual App Crandall
Imagem
Tubo de vidro
Termómetro de infravermelhos
Imagem
Húlio



Discussão dos resultados:
(Incluindo limitações da experiência)

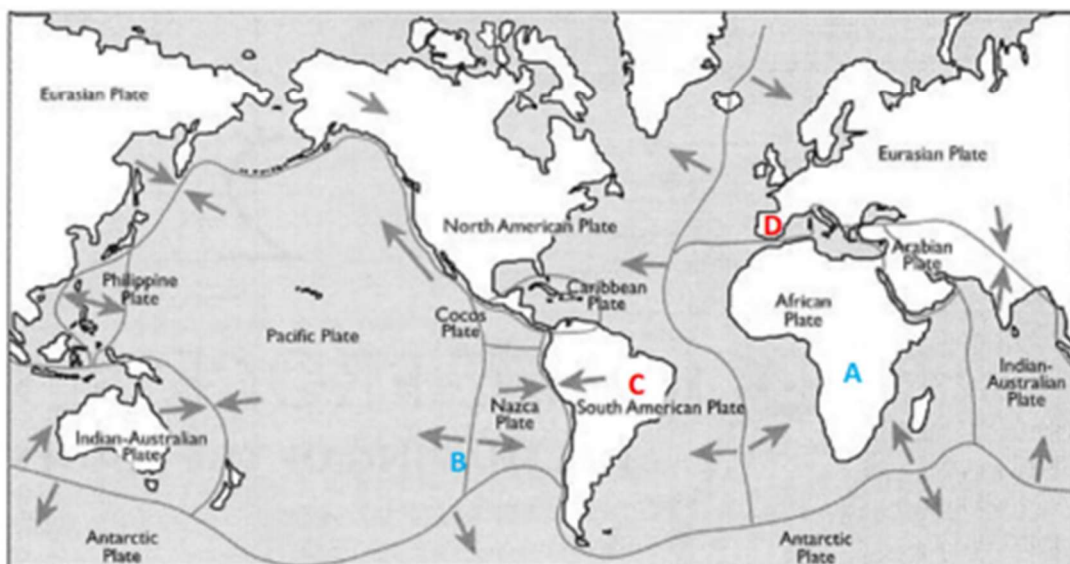
Conclusão:

Registo dos resultados:



Comunicação dos resultados

Vais partilhar com os restantes "investigadores" os resultados e conclusões dos teus estudos.
Tens 5 minutos para realizar essa partilha.



Mapa tectónico. Figura retirada de <http://www.greenibis.com/edu/geo/images/tectonic-plates>.

A e B: pontos de medição do fluxo geotérmico

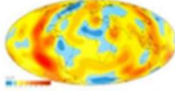
C e D: pontos de medição do campo magnético

Apêndice Aula III Grelha Observação Grupal



GRELHA OBSERVAÇÃO GRUPAL

Descritor Grupo	Responsabilidade Segurança	Autonomia dos membros do grupo	Comunicação e Rigor Científico	Cooperação
1				
2				
3				
4				
5				
6				

	Biologia e Geologia Ficha Diagnóstico	 Métodos para o estudo do interior da Geosfera: Geotermia e Geomagnetismo
Nome:	Nº	Data:

1. Indica se o planeta Terra é considerado um sistema aberto, fechado ou isolado. Justifica a tua resposta.

2. Descreve como varia a temperatura da geosfera com a profundidade.

3. Refere os fenómenos físicos que intervêm na transferência do calor interno da Terra para a superfície.

4. Relaciona os limites tectónicos com possíveis variações no fluxo térmico à superfície da geosfera.

5. Distingue grau geotérmico de gradiente geotérmico.

6. Menciona uma manifestação do campo magnético terrestre.
7. Refere uma consequência do eventual desaparecimento do campo magnético no nosso planeta.
8. Indica a importância do paleomagnetismo para a compreensão da expansão do fundo dos oceanos.
9. Relaciona o geomagnetismo com a composição e as características físicas do núcleo terrestre.
10. Descreve como as rochas basálticas registam o campo magnético presente no momento da sua formação.

Anexos

Anexo I_Planificação Anual 2023/2024 BioGeo 10º ano

Salientam-se a azul os conteúdos programáticos e Aes das aulas do projeto de interve

2º PERÍODO				
DOMÍNIOS E CONTEÚDOS	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS TRANSVERSAIS	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS ELENCADAS POR DOMÍNIO	AÇÕES ESTRATÉGIAS DE ENSINO ORIENTADAS PARA O PERFIL DOS ALUNOS	NÚMERO DE AULAS PREVISTAS
2.6. Sismicidade em Portugal 2.7. Minimização dos riscos sísmicos – previsão e prevenção.	• Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos. • Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico.	• Usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de vulcanismo e sismicidade em Portugal e no planeta Terra, relacionando-o com a prevenção de riscos geológicos.	Promover estratégias que envolvam aquisição de conhecimento, informação e outros saberes, relativos aos conteúdos das AE, que impliquem: - rigor, articulação e uso consistente de conhecimentos; - seleção, organização e sistematização da informação pertinente, com leitura e estudo autónomo; - análise de factos, teorias, situações, identificando elementos ou dados; - memorização, compreensão, consolidação e mobilização de saberes intra e interdisciplinares.	4
3. Métodos para o estudo do interior da geosfera 3.1. Métodos diretos 3.2. Métodos indiretos	• Interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes.	• Decifrar potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia (grau e gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra.	Promover estratégias que envolvam a criatividade dos alunos: - formulação de hipóteses e predições face a um fenómeno ou evento; - conceção de situações em que determinado conhecimento possa ser aplicado; - imaginação de alternativas a uma forma tradicional de abordar uma situação problema; - conceção sustentada de pontos de vista próprio, face a diferentes perspetivas; - expressão criativa de aprendizagens (por exemplo, imagens, texto, organizador gráfico, modelos).	8
4. Modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera 4.1. Contributos para o conhecimento da estrutura interna da Terra 4.2. Um modelo da estrutura interna da Terra	• Realizar atividades em ambientes exteriores à sala de aula articuladas com outras atividades práticas. • Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).	• Interpretar modelos da estrutura interna da Terra com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo). • Relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e Tectónica de Placas.	Promover estratégias que desenvolvam o pensamento crítico e analítico dos alunos, incidindo em: - análise de factos, teorias, situações, identificando os seus elementos ou dados; - problematização de situações reais próximas dos interesses dos alunos; - elaboração de opiniões fundamentadas em factos ou dados (por exemplo textos com diferentes pontos de vista) de natureza disciplinar e interdisciplinar; - mobilização de discurso oral e escrito de natureza argumentativa (expressar uma posição, apresentar argumentos e contraargumentos).	6
BIOLOGIA D1_Biodiversidade 1. A Biosfera 1.1. Diversidade 1.2. Organização biológica 1.3. Extinção e conservação	• Articular conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de Geologia.	• Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies). • Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados		6

Anexo II_Modelo planificação individual aula

Escola: _____		Turma	Plano de aula n.º
Data:	Docente:	Sumário:	
Hora:			
Duração:		Tema organizador:	
Sala:			
Aprendizagens essenciais			
Perfil dos alunos			
Questões orientadoras			
Termos e conceitos			
Estratégias/ Atividades			
Material necessário e recursos educativos			
Tarefas e recursos avaliativos			

Anexo III_Teste cognitivo

Grupo II

Com a utilização de magnetómetros é possível não só medir a intensidade do campo magnético como também determinar a direção e o sentido do campo magnético “fossilizado” nas rochas – paleomagnetismo. Utilizando tecnologia apropriada, foram efetuadas perfurações que permitiram a recolha de amostras de rochas dos fundos oceânicos e que foram posteriormente submetidas a processos de datação radiométrica em laboratório.

A Figura 2 apresenta o perfil magnético de ambos os lados da dorsal este-pacífica, a 50° de latitude sul – curva B. Em C está representada a escala temporal das inversões magnéticas no decurso dos últimos 10 Ma (10⁶).

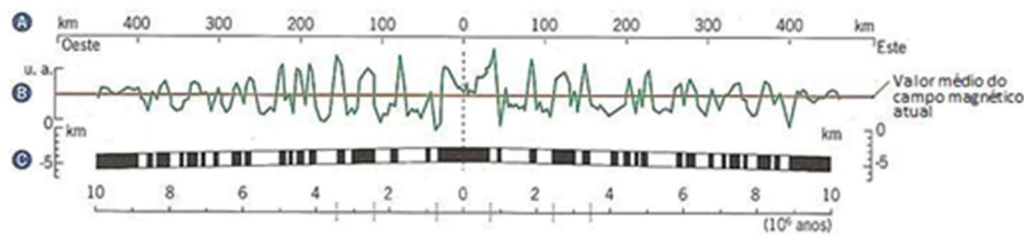


Figura 2

- Considere as afirmações seguintes, referentes à interpretação dos dados da Figura 2.
 - Rochas do fundo oceânico situadas à mesma distância de ambos os lados do rifte, têm a mesma idade.
 - Basaltos do fundo oceânico com a mesma idade podem apresentar orientação magnética diferente.
 - As rochas com 9 Ma têm polaridade idêntica à das rochas formadas na atualidade.

(A) I é verdadeira; II e III são falsas.
 (B) I e III são verdadeiras; II é falsa.
 (C) II é verdadeira; I e III são falsas.
 (D) II e III são verdadeiras; I é falsa.
- Os estudos geomagnéticos da dorsal este-pacífica confirmam que
 - as rochas experimentam variações na orientação dos minerais ferromagnéticos ao longo do tempo.
 - os fundos oceânicos evidenciam uma polaridade inversa à do campo magnético atual da Terra.
 - rochas do fundo oceânico com a mesma idade podem apresentar polaridade magnética diferente.
 - a polaridade magnética dos basaltos oceânicos distribui-se simetricamente em relação ao rifte.
- Os basaltos dos fundos oceânicos que apresentam uma intensidade do campo magnético inferior ao valor médio do campo magnético atual, evidenciam uma anomalia geomagnética _____ dado que registam uma polaridade _____.
 - positiva ... inversa
 - negativa ... normal
 - negativa ... inversa
 - positiva ... normal
- Para um mesmo isótopo radioativo, quando se comparam basaltos localizados a diferentes distâncias do rifte, verifica-se que
 - o período de semivida do isótopo-pai é maior nos basaltos mais afastados do rifte.
 - o período de semivida do isótopo-pai é menor nos basaltos mais afastados do rifte.
 - a razão isótopo-pai/isótopo-filho é menor nos basaltos mais próximos do rifte.
 - a razão isótopo-pai/isótopo-filho é maior nos basaltos mais próximos do rifte.

5. Relativamente às zonas de rifte, será de esperar que as regiões geologicamente estáveis apresentem _____ gradiente geotérmico e _____ fluxo térmico.
- (A) menor ... menor
 - (B) maior ... menor
 - (C) menor ... maior
 - (D) maior ... maior
6. Explique de que modo os estudos relativos à intensidade do campo magnético e à datação radiométrica das rochas dos fundos oceânicos contribuem para comprovar a mobilidade da litosfera oceânica.