

Ensino orientado para a aprendizagem por casos com alunos do 10.º ano: O papel das mulheres cientistas na construção do conhecimento em Biologia e Geologia

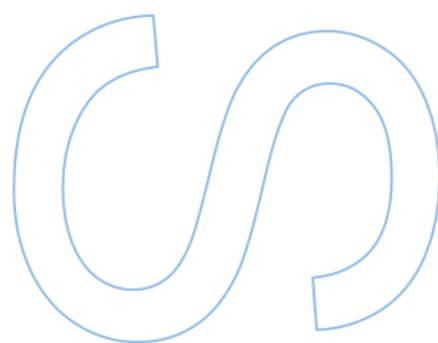
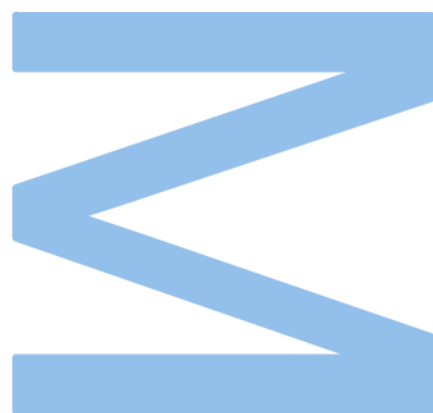
Adriana Vieira Joaquim Lima

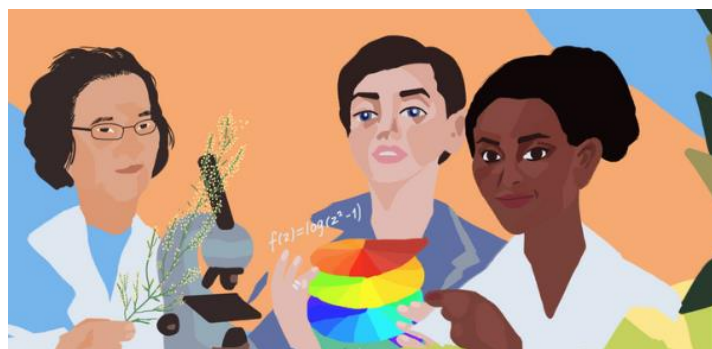
Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2024





Ensino orientado para a aprendizagem por casos com alunos do 10.º ano: O papel das mulheres cientistas na construção do conhecimento em Biologia e Geologia

Adriana Vieira Joaquim Lima

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2024

Orientador

Maria João Fonseca, Professora Auxiliar Convidada, Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto



Agradecimentos

À minha mãe que tornou tudo isto possível: o corpo que habito, o meu respirar, o meu coração vivo e a vontade de conhecer o mundo com um olhar bondoso, curioso e perspicaz. Foi a minha primeira casa e continua, diariamente, a sê-lo.

À minha irmã Gabriela que todos os dias me impulsiona a ser a minha melhor versão e me tornou tão mais empática e humana. Sempre que a abraço é como ter o mundo nos meus braços.

À minha tia Marlene que sempre me guiou e mostrou-me que este mundo é muito belo e vale a pena lutar por ele e pelas pessoas. O meu ativismo começou de mãos dadas com ela e punho cerrado em busca da libertação de todos os povos. E deu-me a melhor prenda de aniversário de sempre: o meu Vasquinho.

À minha tia Fátima por sempre ver em mim o meu lado mais doce e lutador e apoiar-me em todas as minhas jornadas académicas e profissionais, sem esconder o orgulho que sente em mim.

À minha avó materna por ser uma imensa fonte de inspiração e a matriarca da nossa família.

Cresci rodeada de mulheres fortes, bondosas, resilientes e inteligentes. A maior honra e orgulho que alguém poderia ter.

Aos meus avós paternos que, embora carregassem a herança de uma ditadura e de uma escola meritocrática, não soubessem nem ler nem escrever e vivessem numa ilha (a segregação é uma ferramenta do sistema) sempre compreenderam o poder da escola, da educação e do conhecimento. Quando iam buscar-me à primária levavam-me à biblioteca pública de Gaia para eu ter a oportunidade de contactar com livros e explorar os meus interesses. Crescer foi aprender o valor social da educação e o valor enorme dos sacrifícios dos meus avós em prol dos filhos e, mais tarde, dos netos. Sou a primeira geração da minha família a ir para o ensino superior. E esta conquista não seria possível sem eles.

Ao meu pai, que ensinou-me que o amor transcende qualquer barreira física e temporal. Todos os dias sei que ele caminha ao meu lado e sempre que sinto os raios de sol a aquecer a minha pele sei que são mil beijinhos dele.

Aos meus amigos, em especial, à Cate, Aires e Luís, por todo o amor, paciência e união ao longo destes anos. Os amigos são a família que escolhemos e eu não poderia estar mais grata pela minha.

Ao meu namorado por me ensinar diariamente que resistência é uma linguagem de amor e dar tanta música à minha vida. É um orgulho construir uma vida ao lado dele.

Por fim, á professora Clara Vasconcelos, ao professor cooperante e à minha orientadora Maria João Fonseca, por toda a paciência e apoio. Aprendi imenso com todos os professores ao longo do mestrado e fico extremamente grata.

Resumo

O presente documento desenvolvido no âmbito do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, explora a aplicação da Metodologia de Ensino Orientada para Aprendizagem por Casos (EOAC) com estudantes do 10º ano. Este estudo teve como objetivo destacar o papel das mulheres na ciência, especificamente nas áreas de Biologia e Geologia, de forma a promover uma maior compreensão da História da Ciência e incentivar o pensamento crítico e investigativo dos alunos. Os temas científicos abordados remetem para a estrutura e dinâmica da geosfera (Geologia) e para a biodiversidade (Biologia).

A metodologia EOAC envolve casos que representam situações reais, incentivando a construção do conhecimento e habilidades investigativas por meio de questionamento e trabalho colaborativo. Durante o projeto, os alunos realizaram atividades como apresentação de trabalhos e uma visita ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto, onde interagiram com profissionais da área e participaram de uma videoconferência com uma cientista. As atividades realizadas tiveram a intenção de relacionar sempre o ensino em ciências com questões de igualdade de gênero e sustentabilidade, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Para avaliar o impacto dessa metodologia, foram utilizadas grelhas de observação e um teste diagnóstico, que permitiram observar o desenvolvimento de competências sociais, investigativas e de comunicação científica entre os alunos. Os resultados apontaram para uma evolução positiva no interesse e na participação dos estudantes, indicando que o EOAC favoreceu a aquisição de competências e uma visão crítica e ativa sobre a sociedade e o meio ambiente.

O relatório conclui que a implementação dessa metodologia pode enriquecer o ensino de ciências, promovendo a valorização da participação feminina na ciência e desenvolvendo habilidades essenciais nos alunos. As limitações do estudo são discutidas, mas o projeto é apresentado como uma contribuição significativa para o desenvolvimento profissional do docente e para a prática educativa em contextos de ensino ativo.

Palavras-chave: Biodiversidade, Estrutura e dinâmica da geosfera, Metodologia de
Ensino Orientado para Aprendizagem por Casos, Mulheres na Ciência.

Abstract

The present document, developed within the scope of the Master's in Biology and Geology Teaching, explores the application of the Case-Based Learning Methodology (CBLM) with 10th-grade students. This study aimed to highlight the role of women in science, specifically in the fields of Biology and Geology, to promote a deeper understanding of the History of Science and to encourage critical and investigative thinking among students. The scientific topics covered include the structure and dynamics of the geosphere (Geology) and biodiversity (Biology).

The CBLM methodology involves cases representing real-life situations, fostering knowledge-building and investigative skills through questioning and collaborative work. During the project, students engaged in activities such as presenting their work and visiting the Institute of Geophysics at the University of Porto, where they interacted with professionals in the field and participated in a videoconference with a scientist. The activities aimed to consistently link science education with issues of gender equality and sustainability, aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs).

To assess the impact of this methodology, observation grids and a diagnostic test were used, allowing for the observation of students' development in social, investigative, and scientific communication skills. The results indicated a positive evolution in students' interest and participation, suggesting that CBLM supported the acquisition of skills and fostered a critical and active perspective on society and the environment.

The report concludes that implementing this methodology can enrich science education by promoting the recognition of women's contributions to science and developing essential skills in students. The study's limitations are discussed, yet the project is presented as a significant contribution to the professional development of teachers and to educational practices in active learning contexts.

Keywords: Biodiversity, Structure and dynamics of the Earth's interior, Case-Based Learning Methodology, Women in Science.

Índice

Lista de Tabelas	x
Lista de Gráficos.....	xi
Lista de Figuras	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
1. Introdução.....	1
Contextualização da investigação	1
Problema e objetivos de investigação	7
Organização do Relatório de Estágio	8
2. Enquadramento teórico.....	9
2.1. Enquadramento educacional	9
EnsinO Orientado para a Aprendizagem por Casos.....	9
A História da Ciência no EnsinO das Ciências: a importância de falar do papel das mulheres cientistas.....	11
Trabalho colaborativo como estratégia.....	12
Saída de campo	13
Ensinar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) através do ensinO em Biologia e Geologia: Educação para o Desenvolvimento Sustentável	14
Questionamento como estratégia.....	17
3. Metodologia de Investigação	17
Investigação-ação	17
Caracterização da amostra	19
Técnicas e instrumentos de recolha de dados.....	19
1. Teste diagnóstico	19
4. Programa de Intervenção	24
Planificação e Recursos educativos	24
Aplicação do Projeto de Intervenção	25
5. Resultados e discussão	36

1. Teste diagnóstico (Aula 1).....	36
2. Realização do trabalho sobre Barbara Romanowicz e apresentação (Aula 2). 42	
3. Apresentação dos trabalhos sobre Marie Tharp, a importância das estações sísmicas e o contexto histórico do estudo da sismologia e do IGUP (Aula 5)	44
4. Realização dos casos de estudo de Geologia e apresentação dos trabalhos.. 45	
5. Realização dos casos de estudo de Biologia e apresentação dos trabalhos de grupo.....	49
6. Videoconferência com a Dra. Mariana Silva.....	51
7. Reflexões	54
Conclusões.....	55
Conclusão sobre o estudo.....	56
Limitações desta investigação.....	56
Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional	57
Referências Bibliográficas	59
Anexos	65
Anexo 1: Autorização dos Encarregados de Educação para a visita de estudo ao IGUP	66
Anexo 2: Grelha de avaliação de trabalho colaborativo	67
Anexo 3: Grelha de avaliação de apresentações/ comunicação em ciência	68
Anexo 4: Declaração de Assentimento Informado e de Consentimento (Comissão de Ética)	69
Anexo 5: Planificações das aulas.....	71
Anexo 6: Apresentação de <i>PowerPoint</i> como introdução ao tema do PI.....	78
Anexo 7: Teste diagnóstico.....	86
Anexo 8:	89
Anexo 9: Guião de trabalho do estudo de caso em Geologia.....	100
Anexo 10: Guião de trabalho para o estudo de casos em Biologia	106
Anexo 11: Artigo científico fornecido aos alunos.....	113
Anexo 12: Guião de trabalho relativo à videoconferência com a Dra. Mariana Silva .	124

Anexo 13: Trabalhos dos alunos sobre a Marie Tharp, relativos à visita de estudo ..	129
Anexo 14: Trabalhos realizados pelos alunos sobre o estudo de casos em Biologia	149
Anexo 15: Reflexões dos alunos.....	185

Lista de Tabelas

Tabela 1 Aprendizagens Essenciais do 10.º ano de escolaridade, relativas às temáticas a ser desenvolvidas no PI. Adaptado de Direção-Geral da Educação (DGE, 2018a)....	3
Tabela 2. Aprendizagens Essenciais do 7.º e 8.º ano de escolaridade, relativas aos pré-requisitos necessários para a concretização do PI. Adaptado de Direção-Geral da Educação (DGE,2018b; DGE 2018c).....	5
Tabela 3. Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PI	7
Tabela 4. Frequência de respostas relativas às perguntas de teor científico do teste diagnóstico.	37

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Dados da questão 7, onde os alunos teriam que indicar o nome de um(a) cientista, qual a área de investigação e qual o contributo científico.	39
Gráfico 2. Dados relativos à questão 8, onde os alunos teriam que exemplificar cientistas homens na área da Biologia e/ ou Geologia.	40
Gráfico 3. Dados relativos à questão 9, onde os alunos tinham que exemplificar cientistas mulheres na área de Biologia e/ou Geologia.	41
Gráfico 4. Dados relativos à grelha de observação sobre o desempenho no trabalho colaborativo, preenchida durante a aula 2 do PI.	42
Gráfico 5. Dados relativos à grelha de observação acerca o desempenho na apresentação realizada na aula 2 do PI.	43
Gráfico 6. Dados relativos à apresentação dos trabalhos pós-visita de estudo.	44
Gráfico 7. Grelha de observação relativa aos trabalhos do estudo de casos de Geologia.	46
Gráfico 8. Dados relativos às apresentações de grupo do estudo de casos de Geologia.	47
Gráfico 9. Dados relativos ao trabalho colaborativo desenvolvido durante o estudo de casos em Biologia.	49
Gráfico 10. Grelha de observação relativa às apresentações dos casos de estudo de Biologia.	50
Gráfico 11. Grelha de avaliação sobre o trabalho colaborativo relativo à pós conversa com a Dra. Mariana Silva.	53
Gráfico 12. Grelha de avaliação relativa às apresentações dos trabalhos após a videoconferência com a Dra. Mariana Silva.	54

Lista de Figuras

Figura 1. Competências como uma intercalação de conhecimentos, capacidades e atitudes (retirado de Direção-Geral da Educação, 2017, p.19).....	2
Figura 2 Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Retirado de Nações Unidas, 2015. Fonte: https://ods.pt/	16
Figura 3 Esquema de diversas competências necessárias em Sustentabilidade. Adaptado de Wieck, Withycombe & Redman, 2011.	16
Figura 4. Representação dos ciclos contínuos, relativos às etapas da Investigação-Ação. Adaptado de Hudson et al. (2006, p. 581).....	18
Figura 5. Alunos a realizarem o teste diagnóstico.....	26
Figura 6. Alunos a visualizarem o excerto da série documental Cosmos- A Spacetime Odyssey.....	26
Figura 7. Alunos a ouvirem a Dra. Helena Sant'Ovaia a contextualizar historicamente a estação sísmica do IGUP.	28
Figura 8. A Dra. Helena Sant'Ovaia explica aos alunos como os registos sísmicos são realizados na atualidade.	28
Figura 9. Apresentação de trabalho do grupo que estudou o trabalho desenvolvido pela Dra. Barbara Romanowicz.	31
Figura 10. Alunos a tirarem dúvidas sobre o trabalho a ser desenvolvido com a professora-investigadora.	Erro! Marcador não definido.
Figura 11. Screenshot da videoconferência com a Dra. Mariana Silva.	34
Figura 12. Resposta do aluno que indicou o nome da cientista Inge Lehman na tabela relativa aos cientistas homens que trabalharam nas áreas de Biologia e Geologia. ...	41

Lista de Abreviaturas

DGES	DIREÇÃO GERAL DO ENSINO SUPERIOR
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO
PES	PRÁTICA ENSINO SUPERVISIONADA
AET	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS TRANSVERSAIS
IP	PROGRAMA DE INTERVENÇÃO
MEBG	MESTRADO EM ENSINO DE BIOLOGIA E DE GEOLOGIA
EOAC	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR CASOS
IGUP	INSTITUTO DE GEOFÍSICA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
EOI	ENSINO ORIENTADO PARA A INVESTIGAÇÃO
HC	HISTÓRIA DA CIÊNCIA
PASEO	PERFIL DO ALUNO À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA
IA	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO

1. Introdução

O presente documento foi desenvolvido no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), que integra a Unidade Curricular Projeto (DID5001), do Mestrado de Ensino de Biologia e de Geologia do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Este projeto traduziu-se na implementação de um Programa de Intervenção (PI), com uma turma do 10.º ano, inserida numa escola do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Secundário, na cidade do Porto.

O PI procura evidenciar a importância do contributo de mulheres cientistas para a construção de conhecimento na área da Biologia e da Geologia, pretendendo promover, assim, uma maior literacia da história da ciência.

Contextualização da investigação

A evolução da sociedade atual introduz grandes mudanças ideológicas, culturais, sociais e profissionais (Alarcão, 2001a), o que coloca desafios novos à educação, no sentido de preparar cidadãos para um mundo que está constantemente em transformação. Como resposta, é necessário estabelecer estratégias de ensino e aprendizagem que permitam aos cidadãos do futuro resolverem problemas, tomarem decisões racionais e participarem numa sociedade democrática (Amado, 2022).

De forma a produzir respostas adequadas aos desafios atuais é necessário repensar a escola como instituição, bem como o modo como os docentes atuam enquanto profissionais, havendo benefícios claros na adoção de uma postura de professor-investigador (Alarcão, 2001a). Um docente, durante o exercício da sua profissão, deve manifestar uma atitude crítica, autonomia, capacidade de decidir e agir e, sobretudo, de pensar e refletir sobre a ação educativa (Alarcão, 2020). Não se pretende que um professor faça uma gestão curricular de uma forma automatizada, mas, sim, reflexiva, em cooperação com os seus colegas e com os próprios alunos, de forma a que o processo de ensino seja feito de uma forma mais realística, concreta e proveitosa. Além disso, pretende-se que o professor se afaste da ideia de ser mero transmissor e tenha uma postura de mediador de aprendizagem (Alarcão, 2001b), através de metodologias de ensino que tenham o aluno como o centro de aprendizagem.

O professor precisa, assim, de adotar uma postura responsável na criação de experiências de aprendizagem que potenciem o envolvimento entre os alunos e destes com o conteúdo a ser explorado (Johnson & Johnson, 2018).

Da mesma forma que se procura uma postura de atitudes investigativas nos docentes, também existe essa expectativa para os alunos, esperando-se que estes desenvolvam “competências do século XXI”. Estas competências podem ser vistas como uma tríade entre conhecimentos, capacidades e atitudes (Figura 1) (Direção- Geral da Educação, 2017, p. 19; DiYanni & Borst, 2020).



Figura 1. Competências como uma intercalação de conhecimentos, capacidades e atitudes (retirado de Direção-Geral da Educação, 2017, p.19).

Estas competências que se espera que os alunos desenvolvam baseiam-se na capacidade de resolução de problemas, pensamento crítico, comunicação, colaboração, criatividade, inovação, literacia científica e digital (que ganhou destaque com o avanço tecnológico), autonomia, autorregulação, e capacidade de raciocínio (Chu et al., 2017). Para instigar estas competências, é necessário a adoção de metodologias de ensino que permitam uma aprendizagem ativa, ou seja, que permitam o envolvimento dos alunos em atividades práticas que potenciam o seu processo de aprendizagem (DiYanni & Borst, 2020), como já referido.

O caráter prático deste tipo de metodologias mostra-se eficaz no aumento do interesse e motivação dos alunos em aprender ciência e na promoção do desenvolvimento de competências diversas (Chu et al., 2017; Potvin et al, 2017), uma vez que os encoraja a procurar informação, a racionalizar, a pensar criticamente e a interagir com os seus pares de modo a trocar ideais e a debater temáticas (DiYanni & Borst, 2020).

A metodologia de EOAC baseia-se em casos que representam situações reais da sociedade ou situações quotidianas da vida dos alunos. Nesta metodologia os alunos são convidados a explorar conteúdos teóricos previamente lecionados (Vasconcelos et al., 2017).

Este projeto foi concebido com o objetivo de realçar o trabalho realizado por mulheres cientistas e de valorizar o contributo das mulheres para a ciência. A exposição aos estudantes de casos de mulheres cientistas contribui para a valorização das mulheres cientistas e, por consequência, promove a igualdade de género de forma geral e no meio científico, em particular (Silva et al., 2019).

Ao estudar o trabalho de mulheres cientistas, os alunos acabam por refletir sobre os estereótipos do que é um cientista e de como a ciência continua, sobretudo de um ponto de vista histórico, profundamente associada a um campo de estudo essencialmente masculino (Silva et al., 2019). Além de sensibilizar para questões relacionadas com o género, este estudo oferece também aos alunos uma visão sobre como o contexto político e histórico influencia a produção de ciência. É, também, importante falar de mulheres cientistas numa turma onde existem alunas: dá a sensação de referência/ modelo às estudantes (Cohen, 2023). Há, assim, uma transdisciplinaridade com a área de Cidadania e Desenvolvimento, estabelecendo-se uma articulação vertical com os anos anteriores.

No desenvolvimento desta investigação, os alunos realizaram uma visita de estudo, que foi pensada e planeada segundo o modelo de saída de campo de Nir Orion (1993), e uma videoconferência com a Dra. Mariana Silva (Bióloga, Doutorada em fitopatologia pela Universidade de Wageningen, Holanda). Debateram ao longo das aulas os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, de forma a relacionar o ensino das ciências com as condições para a sustentabilidade. Na área da Biologia foi ainda possível promover várias discussões sobre a crise climática, fazendo-se assim, uma ponte entre o ensino de ciências e os desafios atuais ambientais que a sociedade enfrenta.

Os temas científicos abordados ao longo deste PI remetem tanto para área da Biologia como da Geologia. Em Geologia os alunos estudaram a estrutura e dinâmica do interior da geosfera e em Biologia o foco foi a biodiversidade.

É sobre estas Aprendizagens Essenciais (AE) (Tabela 1), dentro das áreas de Biologia e Geologia, que o estudo incidiu, procurando analisar a resposta de aprendizagem dos alunos á metodologia de ensino e promover o conhecimento do trabalho realizado por mulheres cientistas.

Tabela 1 Aprendizagens Essenciais do 10.º ano de escolaridade, relativas às temáticas a ser desenvolvidas no PI. Adaptado de Direção-Geral da Educação (DGE, 2018a).

Domínio	Aprendizagens Essenciais
Estrutura e dinâmica da geosfera	• Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo; • Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades

	(Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann); • Relacionar a existência de zonas de sombra com as características da Terra e das ondas sísmicas; • Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados; • Usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de vulcanismo e sismicidade em Portugal e no planeta Terra, relacionando-a com a prevenção de riscos geológicos; • 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; • 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.
Biodiversidade	• 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 recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia,

vídeos, jardins, parques naturais, museus).

Em relação às Aprendizagens Essenciais Transversais (AET) do 10.º ano, destacam-se as seguintes (DGE, 2018a):

- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos;
- Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA);
- Articular conhecimentos de diferentes disciplinas para aprofundar tópicos de Biologia e de Geologia.

De acordo com a metodologia utilizada (EOAC), importa salientar os pré-requisitos (Tabela 2) que os alunos devem dominar para o estudo dos casos a desenvolver ao longo das aulas.

Tabela 2. Aprendizagens Essenciais do 7.º e 8.º ano de escolaridade, relativas aos pré-requisitos necessários para a concretização do PI. Adaptado de Direção-Geral da Educação (DGE,2018b; DGE 2018c).

Tema	Ano escolar	Aprendizagens Essenciais
Terra em transformação	7.º	• Distinguir hipocentro de epicentro sísmico e intensidade de magnitude sísmica; • Distinguir a Escala de Richter da Escala Macrossísmica Europeia; • Interpretar sismogramas e cartas de isossistas nacionais, valorizando o seu papel na identificação do risco sísmico de uma região; • Discutir medidas de proteção de bens e de pessoas, antes, durante e após um sismo, bem como a importância da ciência e da tecnologia na previsão sísmica; • Explicar a distribuição dos sismos e dos vulcões no planeta Terra, tendo

		em conta os limites das placas tectónicas; • 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.
Sustentabilidade na Terra	8.º	• Caracterizar um ecossistema na zona envolvente da escola (níveis de organização biológica, biodiversidade) a partir de dados recolhidos no campo; • Relacionar os fatores abióticos - luz, água, solo, temperatura – com a sua influência nos ecossistemas, apresentando exemplos de adaptações dos seres vivos a esses fatores e articulando com saberes de outras disciplinas (ex.: Geografia); • Distinguir interações intraespecíficas de interações interespecíficas e explicitar diferentes tipos de relações bióticas; • Interpretar informação relativa a dinâmicas populacionais decorrentes de relações bióticas, avaliando as suas consequências nos ecossistemas; • Analisar criticamente exemplos de impactes da ação humana que condicionem as teias alimentares, discutindo medidas de minimização dos mesmos nos ecossistemas;

	• Explicar o modo como as atividades dos seres vivos (alimentação, respiração, fotossíntese) interferem nos ciclos de matéria e promovem a sua reciclagem nos ecossistemas.
--	---

Problema e objetivos de investigação

O problema de investigação definido para este estudo consistiu em avaliar como a metodologia EOAC promove o desenvolvimento de competências investigativas em alunos do 10.º ano, através do enfoque em trabalhos e descobertas científicas realizadas por cientistas do género feminino, tanto na área da geodinâmica interna como na área de ecologia.

Para responder a este problema da investigação e de forma a guiar a implementação deste PI de forma coerente, foram definidos objetivos de três tipologias: científicos, educacionais e profissionais (Tabela 3).

Tabela 3. Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PI

Tipologia	Objetivos
Científicos	• Sistematizar o conhecimento sobre os diferentes tipos de ondas sísmicas existentes, através da interpretação de dados registados em sismogramas; • Promover a compreensão da estrutura e dinâmica do interior da geosfera; • Explicar como os fatores bióticos e abióticos interferem nos ecossistemas; • Promover a compreensão da hierarquização biológica e da

	estrutura dos ecossistemas existentes nos ecossistemas.
Educacionais	• Promover literacia científica e histórica nas áreas da Biologia e da Geologia através do EOAC; • Potenciar a consciência social sobre a igualdade de género; • Desenvolver competências investigativas, de trabalho colaborativo e raciocínio científico, através do EOAC; • Promover a transdisciplinaridade com área da Cidadania e Desenvolvimento.
Profissionais	• Desenvolver competências na implementação, em contexto escolar, da metodologia EOAC; • Desenvolver competências na investigação em educação; • Desenvolver profissionalismo na área da docência através de uma ação participante e reflexiva.

Os objetivos científicos apresentados resultam de uma adaptação das Aprendizagens Essenciais (AE) relativas às temáticas a serem exploradas na implementação deste projeto.

Organização do Relatório de Estágio

Este relatório encontra-se estruturado em seis capítulos: a introdução, o enquadramento científico e educacional, metodologia de investigação, resultados, discussão dos mesmos e, por fim, a conclusão da investigação. No final do último capítulo, acrescem as Referências Bibliográficas e os Anexos.

Como referido, o documento inicia-se pela introdução, apresentada nas páginas anteriores e que integra este subcapítulo.

O capítulo 2, o enquadramento teórico, inclui a contextualização teórica que está na base deste estudo, fruto da análise de literatura científica relativa à investigação. Tem enfoque no enquadramento educacional relativo ao EOI, à metodologia de EOAC, à importância de ensinar História da Ciência e o contributo de mulheres cientistas e às várias estratégias adotadas ao longo do PI.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia de investigação. Encontra-se dividido em três subcapítulos: classificação de investigação, técnicas e instrumentos de recolha de dados e, por fim, caracterização da amostra.

No capítulo 4, o PI é apresentado através de uma planificação detalhada da aplicabilidade do mesmo. Os recursos educativos empregues ao longo do PI são aqui descritos, assim como, os resultados tratados.

Por fim, a conclusão no capítulo 5 Este capítulo inclui três subcapítulos: conclusões sobre o estudo, limitações desta investigação e, finalmente, contributos desta investigação para o desenvolvimento profissional do investigador.

2. Enquadramento teórico

O primeiro passo de uma investigação remete para uma revisão bibliográfica sobre as temáticas científicas relevantes para a mesma. Como tal, este capítulo reflete a pesquisa bibliográfica realizada e que constitui a base desta investigação.

Este capítulo apresenta um enquadramento educacional, em que se define a metodologia de EOAC, integrando-a no EOI. Existe, também, neste subcapítulo um enquadramento da importância de ensinar ciência através da sustentabilidade, de abordar os problemas sócio científicos em sala de aula, de explorar a história da ciência e, finalmente, de conhecer o contributo de mulheres cientistas.

2.1. Enquadramento educacional

Dadas às mudanças sociais, políticas e culturais que a sociedade sofre de forma contínua, a escola, como instituição tem de ser, também, fluída: o processo educativo sofre transformações para ir ao encontro aos novos objetivos exigidos pela mudança.

Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos

A metodologia de EOAC baseia-se em casos que representam situações reais ou quotidianas da vida dos alunos.

De cariz investigativo (*inquiry*), é uma metodologia centrada no aluno, que desempenha um papel ativo no processo da aprendizagem. Os alunos são envolvidos numa questão cientificamente orientada e, de seguida, têm que reunir os seus conhecimentos de forma a responder à questão e desenvolver uma explicação. De seguida, os alunos têm que comunicar e justificar a sua explicação (Bybee, 2006), promovendo-se, assim, o desenvolvimento de capacidades comunicativas.

Ao explorarem casos relacionados com questões sociais, os alunos desenvolvem a capacidade de delinear explicações científicas (Wanloh & Nuangchalem, 2022), o que reforça a importância de escolher e trabalhar temas remeterem para uma realidade próxima dos alunos. Durante este processo de aprendizagem, os alunos refletem sobre um problema científico com conteúdo interdisciplinar (Vasconcelos & Faria, 2017), promovendo-se, desta forma, uma maior literacia científica.

Nesta metodologia os alunos são convidados a explorar conteúdos teóricos previamente lecionados (Vasconcelos et al., 2017), havendo assim, uma articulação vertical. Esta perspetiva teórica do processo de aprendizagem defende que o processamento de uma nova informação alia-se a conceitos relevantes pré-existent na estrutura cognitiva do indivíduo, permitindo, assim, um armazenamento de informação organizado segundo uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos mais gerais (Moreira et al., 1982).

Esta metodologia promove a capacidade de os estudantes fazerem um diagnóstico da situação, de a avaliar e promover diferentes soluções. A sua aplicabilidade é uma ferramenta útil na promoção de curiosidade, motivação, pensamento crítico, autonomia e respeito mútuo entre os estudantes (Vasconcelos et al., 2017). Uma vez que é uma metodologia que se enquadra numa perspetiva *inquiry*, podemos admitir, também, que promove o desenvolvimento de capacidades investigativas (Vasconcelos & Faria, 2017; Bybee, 2006).

Em conformidade com uma epistemologia construtivista, os estudantes são desafiados a trabalhar colaborativamente, havendo, assim, partilha de opiniões e de ideias (Vasconcelos et al., 2017). Quando o trabalho colaborativo é aplicado como estratégia, os estudantes tendem a desenvolver as suas competências sociais, a ouvir os outros, e a expressar as suas ideias de uma forma mais clara e assertiva (Laal et al., 2012).

Os professores assumem um papel de facilitadores, promovendo debates entre os estudantes e incentivando o questionamento. Como estratégias na aplicação desta

metodologia, temos: i) saída de campo; ii) trabalhos de grupo; iii) questionamento; e a iv) discussão (Vasconcelos et al., 2017).

O objetivo do processo educativo é que o aluno, além de conhecimento teórico científico desenvolva, também, competências (que são vistas segundo uma tríade de conhecimento, capacidades e atitudes), que lhe permitam agir de forma consciente ao longo da sua vida. As competências que o EOAC mais instiga nos alunos são: saber trabalhar colaborativamente, capacidade de comunicação, pensamento criativo, resolução de problemas e autoanálise (Vasconcelos & Faria, 2017).

Por fim, tendo em conta que o EOAC se insere numa componente de EOI, podemos admitir que é uma metodologia que, para além do questionamento, promove também o desenvolvimento de pensamento de ordem superior (Bybee, 2006; Pedeste et al., 2015; Chu et al., 2017).

A História da Ciência no Ensino das Ciências: a importância de falar do papel das mulheres cientistas

Apesar de se considerar de grande importância que os alunos tenham consciência de como a ciência é construída, de como o processo científico se desenvolve e que este é, inevitavelmente, um processo inacabado, a História da Ciência (HC) é apenas muito raramente explorada em contexto escolar (Rodrigues & Carvalho, 2016). Incluir HC no Ensino das Ciências faz com que os alunos sejam apresentados à natureza do conhecimento científico, como este se constrói, como não é um processo linear nem feito de forma isolada, mas, sim, em colaboração (Batista & Nascimento, 2011).

Ao longo deste PI, foi apresentado aos alunos o contexto histórico, social e cultural da vida e obra de várias mulheres cientistas. Quando se ensina através da HC, os alunos são capazes de humanizar a ciência, de a compreender como um processo colaborativo e de perceber como os diferentes contextos impactam a construção de conhecimento científico.

O conhecimento científico desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de todas as sociedades (Uzoigwe et al., 2017), sendo, por isso, de extrema importância estimular a literacia científica e cativar os estudantes através do ensino das ciências. A ciência é uma atividade humana realizada por mulheres e homens e, como tal, importa refletir sobre as questões de género no meio científico (Fontana & Oliveira Proença, 2021), de forma a perceber como estereótipos sexistas influenciam ou não a construção de conhecimento científico.

Ensinar Ciências de uma forma contextualizada, tendo fatores relativos à atualidade, históricos, e sociais, e um posicionamento crítico e humano, representa um enorme desafio. Para lhe dar resposta, é necessário que os professores tenham formação e estejam preparados para tal (Fontana & Oliveira Proença. 2021). Ao estudar mulheres cientistas, os alunos acabam por refletir sobre os estereótipos do que é um cientista e, de como a ciência continua associada a um campo de estudo essencialmente masculino (Silva et al., 2019). Além disso, é um exercício ótimo para promover a literacia da HC.

Existe uma diferença notória em relação à representação da participação e conhecimento de mulheres cientistas em relação aos dos homens cientistas. Os estereótipos que a sociedade induz sobre os comportamentos e atitudes que cada género deve ter traduzem-se numa ainda mais pequena percentagem de raparigas do que rapazes a seguir carreiras científicas e, quando isso acontece, a encontrar emprego nestas áreas. Isto faz com que exista uma diferença grande entre o número de mulheres cientistas e de homens cientistas a trabalharem nas áreas correspondentes (Uzoigwe et al., 2017).

Uma vez que, desde tenra idade, os padrões sexistas ditam que as raparigas não têm capacidades “suficientes” para estudarem na área das ciências e tecnologia, cabe aos docentes a utilização de metodologias de ensino ativas de forma a cativar as alunas. Desta forma, a autoestima das raparigas em relação às suas capacidades de estudar e realizar ciência melhorará (Uzoigwe et al., 2017), colmatando, assim, os preconceitos existentes em relação ao desempenho das alunas em áreas científicas e, por consequência, estimular o interesse das mesmas.

Tendo em conta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, urge a implementação de ações que promovam a igualdade de género, em especial, nas áreas científica e tecnológica. A UNESCO (2010) recomenda políticas educacionais com o enfoque em colmatar este lapso e esta diferença entre cientistas homens e mulheres, assim como uma educação focada na motivação e mobilização das estudantes. Desta forma, espera-se que os docentes utilizem metodologias de ensino ativas, de forma a melhor alcançar estes objetivos (Uzoigwe et al., 2017).

Trabalho colaborativo como estratégia

O trabalho colaborativo em contexto de sala de aula refere-se a trabalho de grupo cujo objetivo é resolver em conjunto problemas, completar tarefas ou criar produtos específicos. Quando se aplica o trabalho colaborativo como estratégia educativa, os estudantes tendem a desenvolver as suas competências sociais, a ouvir os outros e a

expressar as suas ideias de uma forma mais clara e assertiva (Laal et al., 2012; Johnson & Johnson, 2018).

Como já referido, a metodologia EOAC tem um cariz de aprendizagem ativa que requer que os alunos se envolvam cognitivamente e emocionalmente com os seus pares, de forma a completar a tarefa que lhes foi atribuída (Johnson & Johnson, 2018). A utilização do trabalho colaborativo como estratégia educativa promove uma interdependência positiva entre os estudantes, e interação entre os mesmos considerável, o que leva à partilha de saberes e de novas visões sobre um determinado conteúdo, bem como ao desenvolvimento do sentido de responsabilidade e de autonomia, à melhoria de competências sociais, e à vontade de melhorar e crescer enquanto grupo (Laal et al., 2012; Khalaf, 2018; Johnson & Johnson, 2018).

Há, assim, uma resposta positiva que leva os alunos a atingirem o seu máximo potencial através da colaboração com os seus pares. As teorias críticas admitem que a componente social tem um impacto na forma como o estudante aprende e na sua relação com o conhecimento, uma vez que o conhecimento é desenvolvido durante a relação com os outros, em função dos valores pessoais (Young, 2010).

O trabalho colaborativo como estratégia educativa é um aspeto fulcral no EOAC. Ao longo do PI aqui descrito, os alunos trabalharam de forma colaborativa, trocando de grupo sempre que havia um novo caso a ser estudado. Esta ação não foi feita no vazio, mas foi, sim, pensada de forma a criar a consciência que ao longo da vida académica e profissional vai ser necessário trabalhar com pessoas mais ou menos compatíveis com a personalidade de cada um e a capacidade de adaptação é essencial. Além disso, os grupos foram feitos de forma a haver um equilíbrio entre todos, pensando nas características mais positivas de cada aluno e nos aspetos a melhorar, bem como no contributo que ele/ela poderia dar para cada grupo. Como tal, os elementos dos grupos foram sempre escolhidos de forma cuidadosa e consoante as observações feitas nas primeiras aulas do PI.

Saída de campo

Na implementação deste PI os alunos realizaram uma visita de estudo/ saída de campo ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto (IGUP), com o intuito de visitarem a estação sísmica. Uma saída de campo representa um espaço novidade para os alunos (Orion, 1989). Para que a saída de campo seja mais significativa para os alunos é necessário que eles tenham uma fase pré-visita e pós-visita. A fase pré-visita representa uma preparação dos alunos para a saída de campo e a fase pós-visita representa um

momento de discussão da saída de campo (Orion, 1989). Ou seja, a saída de campo não deve ser encarada como um acontecimento singular, mas, sim, ser intercalada entre a unidade de preparação (pré-viagem) e a unidade de síntese (pós-viagem) (Orion, 1993).

Apesar da visita de estudo realizada no âmbito deste PI não corresponder exatamente a uma situação de trabalho de campo, tão típico do ensino em Geologia, o modelo organizativo de Nir Orion foi aplicado. Os alunos tiveram a oportunidade de ver como uma estação sísmica funciona e de ter contacto direto com uma mulher cientista, a Dra. Helena Sant'Ovaia (Geóloga, Professora de Geologia na Faculdade de Ciências na Universidade do Porto). Esta experiência promoveu o conhecimento de como os cientistas trabalham em estações sísmicas, quais os objetivos de uma estação sísmica, o que se alterou com a evolução da tecnologia e como a HC está intrinsecamente relacionada com o contexto histórico e cultural das sociedades. Para esta aprendizagem contribuíram a aula de pré-visita de estudo e a aula de pós-visita, que permitiram fomentar a discussão em torno dos objetivos e conteúdos associados a esta atividade.

Para a realização da visita de estudo foi criado um termo de consentimento para participação entregue aos Encarregados de Educação dos alunos (Anexo 1).

Ensinar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) através do ensino em Biologia e Geologia: Educação para o Desenvolvimento Sustentável

De acordo com a definição apresentada no relatório Brundtland (World Commission on Environment and Development, 1987), o Desenvolvimento Sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações acederem às suas próprias necessidades. Está intrinsecamente ligado a três pilares, o desenvolvimento económico, o desenvolvimento social e a proteção do meio ambiente. Ao longo da implementação do PI, os alunos vão analisar o Desenvolvimento Sustentável com base nestes três pilares.

As atividades antropogénicas estão a afetar o sistema terrestre de uma forma tão profunda que, se não forem adotadas rapidamente estratégias globais para alcançar o desenvolvimento sustentável, poderão afetar definitivamente a sua capacidade de resiliência (Steffen et al., 2015). Apesar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Figura 2), os indicadores recolhidos em vários estudos refletem uma degradação ambiental crescente, associada ao uso insustentável de recursos não renováveis, com

sérias consequências a nível das condições climáticas e das desigualdades sociais já existentes (Vasconcelos et al. 2022). Para que este problema seja ultrapassado, é necessário a combinação de vários saberes e, portanto, o trabalho colaborativo.

Na discussão de Desenvolvimento Sustentável é importante a necessidade da continuação do desenvolvimento das sociedades humanas e, por outro, a manutenção dos sistemas terrestres (Steffen et al., 2015). O estudo dos sistemas terrestres remete para a compreensão de como os subsistemas da Terra estão relacionados uns com os outros, como a biosfera, a geosfera, a atmosfera e a hidrosfera interagem e se influenciam entre si, formando em conjunto um só sistema global (Orion, 2016).

Os cidadãos devem estar preparados com conhecimento e competências que permitem enfrentar estes novos desafios diários e, como tal, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) propôs a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (ESD) como medida essencial na educação e uma ferramenta de empoderamento dos alunos (Ministério da Educação e Ciência, 2018; Vasconcelos et al., 2022).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável permite que os alunos tenham a capacidade de desenvolver as competências necessárias de forma a tomarem decisões individuais ou coletivas que priorizem um desenvolvimento sustentável. A finalidade passa não apenas por influenciar as escolhas quotidianas dos alunos, mas também por induzir uma reflexão profunda e um entendimento sobre como as ações vão ter um impacto ambiental e social no planeta e, por consequência, nas gerações futuras (Vasconcelos et al., 2022).

Ao longo da implementação do PI, os alunos debateram a importância de proteger a biodiversidade, as interligações entre os subsistemas terrestres, e, por último, a crise climática. Sendo estudantes de ciências e, portanto, futuros cientistas, é de enorme importância que os alunos tenham consciência do papel fundamental que podem vir a desempenhar no que toca ao combate e mitigação da crise climática, caso venham a ter um trabalho na área científica, que esteja mais diretamente relacionado com estes temas. Além disso, sendo esta questão tão prioritária, importa que os alunos desenvolvam uma atitude crítica e ativa sobre este tema.

Dos 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável, neste PI salientam-se os seguintes:

- Objetivo 4 - Educação de Qualidade;
- Objetivo 5 - Igualdade de Género;

- Objetivo 9 - Indústria, Inovação e Infraestruturas;
- Objetivos 13, 14 e 15 - Ação Climática; Proteger a Vida Marinha; Proteger a Vida Terrestre.



Figura 2 Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Retirado de Nações Unidas, 2015. Fonte: <https://ods.pt/>

Salienta-se ainda um conjunto de competências-chave a serem desenvolvidas e estimuladas (Figura 3), para que os alunos desenvolvam a capacidade de compreensão e de ação na área da sustentabilidade (Wiek et al., 2010), que vão ao encontro quer dos ODS, quer das orientações definidas nas AE e no Perfil do Estudante à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO).

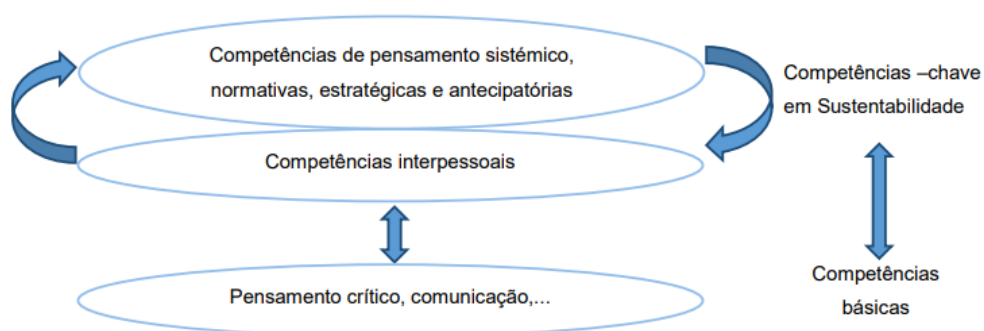


Figura 3 Esquema de diversas competências necessárias em Sustentabilidade. Adaptado de Wiek, Withycombe & Redman, 2011.

Questionamento como estratégia

O papel do questionamento é indubitável no desenvolvimento do raciocínio científico e de uma cidadania ativa aliada a uma posição crítica e reflexiva. Assim, é encarado como uma ferramenta fundamental no processo de aprendizagem, promotor de competências de elevado nível cognitivo, como a metacognição através do autoquestionamento, a criatividade, a produtividade e o pensamento crítico (Pinto et al., 2015).

No entanto, o questionamento por parte dos alunos tende a diminuir ao longo da escolaridade (Clark et al., 2019). Diversos estudos apoiam a importância da estimulação do questionamento dos alunos por parte do professor, indicando-o como peça central na aprendizagem de conteúdos disciplinares (Pinto et al., 2015).

Ao longo deste PI os alunos foram desafiados a responder a questões-problema e a desenvolver capacidades investigativas, assim como o pensamento crítico. Na última aula, os alunos tiveram uma conversa via videoconferência com a Dra. Mariana Silva, formulando e colocando questões.

3. Metodologia de Investigação

Este capítulo debruça-se na metodologia de investigação utilizada ao longo da implementação do PI, na caracterização da amostra, das técnicas e dos instrumentos de recolha de dados, e nos procedimentos de análise dos mesmos. Incide, também, nas questões de ética referentes aos recursos utilizados para recolha de dados.

Como acontece em todas as investigações, esta tem como objetivo responder ao problema e às questões levantadas. E, como ocorre em todas as ciências, para que uma investigação seja realizada de forma coerente é necessário a adoção de uma metodologia. O objetivo é de descrever, explicar, prever ou controlar fenómenos, neste caso, educacionais (Gay et al., 2012, p.5).

Investigação-ação

Neste projeto recorreu-se à metodologia de Investigação-Ação (IA). Esta é uma metodologia que estabelece uma ligação profunda com a educação e apresenta o professor como professor-investigador (Coutino et al., 2009), partindo da premissa que na prática educativa a reflexão deve estar sempre presente (Coutinho et al., 2009).

A intenção de aplicar a IA por parte dos docentes, assenta, então, na melhoria contínua da prática educativa, através de uma profunda reflexão e escrutínio das práticas

pedagógicas (Coutinho et al., 2009; Cohen et al., 2018; Clark et al., 2020). Desta forma, contribui para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do docente enquanto profissional.

Ao aplicar esta metodologia é possível distinguir quatro etapas. A primeira etapa faz referência à identificação do problema e planificação de uma ação, com o intuito de estimular mudança. Após a implementação, vai haver uma recolha dos resultados obtidos, que serão alvo de uma reflexão por parte do investigador. Estes dados serão analisados e irá ocorrer, de novo, uma reflexão sobre a prática pedagógica. Haverá, assim, a criação de um novo plano de ação (Cohen et al., 2018; Hudson et al., 2006).

Estas etapas repetem-se num ciclo continuo (Figura 4), onde o professor irá sempre ter uma postura reflexiva sobre o seu desempenho profissional.

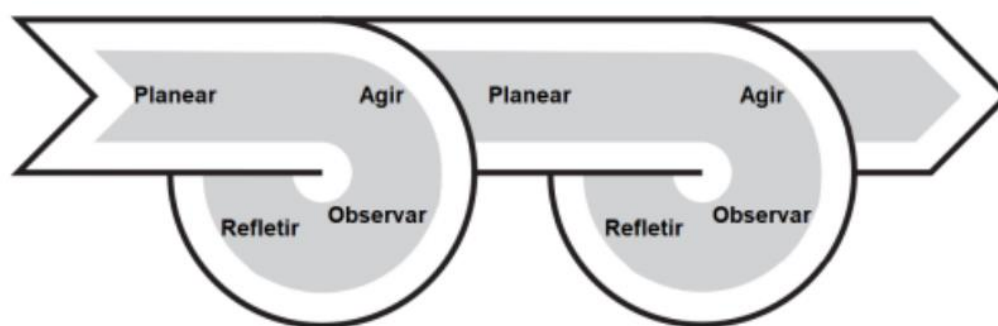


Figura 4. Representação dos ciclos contínuos, relativos às etapas da Investigação-Ação. Adaptado de Hudson et al. (2006, p. 581).

A investigação realizada pode ser classificada como qualitativa quanto à natureza dos dados, e descritiva, pois não implicou a manipulação de variáveis. Baseia-se num método qualitativo que pode ser descrito como indutivo, preocupando-se em compreender os fenómenos e em criar teoria, e sendo realizado por um observador participante (Coutinho, 2015). No entanto, importa salientar que os dados obtidos e analisados não servem para realizar uma teoria generalizada, tendo em conta que na base do estudo se encontra uma amostra por conveniência.

A escola como instituição representa a base de todas as sociedades, assumindo um papel de enorme importância no desenvolvimento social e económico de um país (Formosinho & Machado, 2013). Neste contexto, o papel desempenhado pelos docentes é de grande responsabilidade. Como tal, é de extrema importância esta postura reflexiva e que a necessidade de aprimorar as práticas pedagógicas.

Caracterização da amostra

O PI foi implementado numa turma do 10.º ano de escolaridade, constituída por 18 alunos, 10 do sexo feminino e 8 do sexo masculino. A idade média dos estudantes era 15 anos. Existem 4 alunos que reprovaram em anos letivos anteriores, no entanto, salienta-se que 2 estão em processo de melhoria de notas.

A maioria dos participantes era de nacionalidade portuguesa, havendo dois alunos angolanos e um brasileiro. Todos os participantes viviam no distrito do Porto.

A turma representa uma amostra de conveniência, visto que é uma turma a cargo da IPP + PES. Como tal, não é uma amostra probabilística nem representativa da população. Salienta-se, então, a impossibilidade de criar generalizações com os resultados obtidos. No entanto, estes poderão ser considerados indicadores dos diversos parâmetros avaliados (Gay et al., 2012).

Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Na investigação das ciências sociais e humanas, na qual se inclui a investigação educacional, existem três formas distintas de recolher dados, sendo elas através de: um instrumento de recolha padronizado; um instrumento de recolha de dados elaborado pelos próprios investigadores; recolha de dados já existentes (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). No caso desta investigação, a recolha de dados foi realizada por instrumentos elaborados pelo próprio investigador, com a validação da orientação.

A seleção das técnicas e instrumentos de recolha de dados teve por base o reconhecimento de que num estudo qualitativo há várias fontes de dados que são aceitáveis, desde que a abordagem de recolha seja ética e que os dados obtidos contribuam para a compreensão do fenómeno em estudo (Gay et al., 2012, p. 381).

As técnicas de recolha de dados selecionadas foram: a avaliação diagnóstica, a observação e a análise de registos/ documentos.

Por sua vez, os instrumentos de recolha de dados utilizados incluem: teste diagnóstico, grelha de observação, recolha de apresentações digitais; e snapshot report (reflexão).

1. Testagem

Os testes são instrumentos de recolha de dados que permitem a avaliação de capacidades cognitivas e de outras variáveis de foro socio-afetivo (atitudes) (Coutinho, 2018).

A avaliação diagnóstica permite que o docente faça uma interpretação dos domínios cognitivos e/ou emocionais dos alunos e um levantamento de conceções alternativas. Este tipo de avaliação permite que os docentes melhorem a capacidade de resposta às especificidades do contexto de sala de aula, melhorando, assim, a sua prática (Ainiyah et al, 2018).

A finalidade da avaliação não deve ser exclusivamente quantitativa. Deve, também, promover e facultar ferramentas aos estudantes que lhe permitam progredir e melhorar as aprendizagens (Fernandes, D., 2020).

Uma das ferramentas utilizadas neste sentido é a análise de *feedback*. Um *feedback* criterioso e de qualidade, permite indicar aos alunos em que situação se encontram, onde se pretende que eles cheguem e através de que meios, dando-lhes a possibilidade de regular e autorregular as suas aprendizagens (Fernandes, D. 2020).

O teste diagnóstico utilizado neste PI, permitiu aferir o conhecimento dos alunos em relação ao conteúdo científico e ao trabalho desenvolvido por mulheres cientistas.

2. Grelhas de observação

A observação é uma das técnicas mais efetivas de recolha de dados (Gay et al., 2012, p.311), quando se quer avaliar determinada postura dos alunos. Esta técnica consiste na observação e registos sistemáticos dos comportamentos e das atividades realizadas pela amostra em estudo (Cohen et al., 2017). Durante a observação, o investigador procura entender o ambiente e como os participantes interagem e respondem ao problema da mesma. As grelhas de observação foram preenchidas pela investigadora, pelo professor cooperante e pelo colega de estágio.

De forma a tornar a observação clara e objetiva, foram criadas duas grelhas de observação: uma grelha para o trabalho colaborativo desenvolvido pelos alunos e outra grelha para as apresentações orais, onde se avalia a comunicação em ciência. As grelhas de avaliação (Anexo 2 e 3) foram feitas de acordo com os parâmetros de avaliação da escola onde o PI foi implementado. Além disto, foram também construídas com enfoque no PASEO.

Uma vez que o trabalho colaborativo é uma estratégia inerente ao EOAC, a grelha de avaliação sobre o trabalho colaborativo fez sentido nesta investigação. Houve aulas dedicadas apenas ao momento em que os estudantes trabalhavam em grupo, em que foi possível avaliar como eles interagiam entre si e como funcionavam em equipa.

A utilização de grelhas de observação permite registar aquilo que é observado, diminuindo, assim, a subjetividade de observações e registos efetuados por diferentes investigadores (Silvestre & Araújo, 2012). Além disso, a criação de critérios definidos reduz a subjetividade (Price et al., 2017), o que enriquece a qualidade dos dados recolhidos ao longo da investigação. A utilização de grelhas de avaliação como instrumento de recolha de dados é uma escolha muito frequente por professores na observação de comportamentos e atitudes dos alunos em contexto de sala de aula (Coutinho, 2018).

A grelha de avaliação relativa ao trabalho colaborativo procurou analisar como os alunos comunicam entre si, a autonomia dos mesmos e como interagem entre si. Já a grelha de avaliação relativa ao desempenho na apresentação (que avaliou a capacidade de comunicação em ciência), teve como objetivo avaliar se os alunos comunicavam de forma segura e assertiva os conhecimentos científicos, se apresentavam uma linguagem científica correta, qual o nível de conhecimento desenvolvido ao longo das aulas, qual o nível de autonomia e de interação com os seus pares (durante a apresentação e durante os momentos em que assistiam as apresentações dos outros colegas). Além disto, serviu também para avaliar o questionamento por parte dos alunos.

No processo de avaliação do questionamento dos alunos, foi utilizada a estrutura da taxonomia de Ennis (1987), de forma a avaliar a construção de pensamento crítico dos estudantes. Segundo Ennis, o desenvolvimento do pensamento crítico depende de três componentes: análise dos argumentos, avaliação da credibilidade das fontes e validade das informações e inferência, ou seja, capacidade de tirar conclusões com base em evidências. Ennis defende, ainda, que perguntas que envolvam análise e síntese de informações, que demonstrem carácter de abstração, que envolvam interpretação de dados e que requeiram conexões entre diferentes ideias são perguntas de ordem superior.

De forma a analisar com maior exatidão o questionamento feito pelos alunos, foi feita uma análise de conteúdo quanto ao tipo de questões existentes, aliado ao estudo da taxonomia de Ennis. As categorias de classificação de questões associadas a este tipo de metodologia de ensino ativa são: questões enciclopédias; questões de previsão; questões de compreensão; questões de relação ou análise e questões de avaliação (Chin, 2001; Loureiro, 2008).

De forma a preencher as grelhas de acordo com o desempenho dos alunos, foi criado um sistema de três níveis com base em registos de frequência:

1. Nunca – ao longo do trabalho proposto, o aluno nunca revela uma determinada atitude e/ou nem demonstra domínio do conhecimento científico sobre o assunto em análise;
2. Às vezes - ao longo do trabalho proposto, o aluno revela por vezes uma determinada atitude e/ou demonstra domínio de algum conhecimento científico sobre o assunto em análise, embora evidencie ainda algumas dificuldades;
3. Sempre/ quase sempre - ao longo do trabalho proposto, o aluno revela sempre ou quase sempre uma determinada atitude e/ou demonstra domínio total do conhecimento científico sobre o assunto em análise.

3. Apresentações digitais

De forma a incentivar o interesse dos alunos, as apresentações dos trabalhos elaborados foram todas digitais. A utilização de ferramentas digitais é uma tendência cada vez mais frequente na atualidade, que permite que os alunos desenvolvam diferentes competências de leitura, escrita e criatividade (Kang, 2018).

Além disso, permite que os alunos se preparem para um futuro mais imprevisível e em mudança, no qual a tecnologia desempenhará, cada vez mais, um papel fundamental. Os recursos educativos e as ferramentas digitais ajudam a melhorar o ambiente da sala de aula e tornam o processo de aprendizagem mais atrativo (Haleem et al., 2022).

Por sua vez, a recolha de dados através um produto construído por ferramentas digitais permite efetuar uma avaliação do desempenho dos estudantes (Gay et al., 2012).

Ao longo desta investigação, os alunos apresentaram à turma os seus resultados através da ferramenta digital *PowerPoint*. Este momento de apresentação serviu para os alunos desenvolverem a comunicação em ciência, dando a conhecer o trabalho realizado em grupo. Além disso, a forma como elaboraram o *PowerPoint* foi indicativa da dedicação atribuída às tarefas apresentadas.

4. Snapshot report

A reflexão é uma componente importante da aprendizagem e é uma ferramenta útil para o aluno assimilar e estruturar o que aprendeu. Ao mesmo tempo que o aluno consegue compreender o demonstrar o seu conhecimento através de um processo reflexivo, o

docente consegue ter a perceção e fazer uma verificação de aprendizagens (Dewey, 1993; Bogo et al., 2011).

No final do PI, os alunos foram desafiados a escrever uma reflexão sobre as aulas. A intenção foi detetar o que os alunos aprenderam e como se sentiram ao longo do tempo, em conformidade com os pressupostos da IA. Ao analisar as reflexões torna-se possível verificar se a metodologia utilizada surtiu efeitos positivos ou não nos estudantes, o que poderia ter sido melhor e o que se deveria manter num próximo estudo. Este *feedback* apresenta um enorme valor à investigação, pois permite uma maior reflexão sobre a mesma e uma análise acerca o que os alunos aprenderam e quais as competências desenvolvidas.

5. Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

Para que os dados recolhidos ao longo da implementação do PI pudessem ser devidamente interpretados e utilizados para delinear conclusões de investigação, foi assegurada a validade e fidelidade dos instrumentos utilizados.

A validade de um instrumento de recolha corresponde ao grau de precisão com que este mede o que se propõe medir, permitindo deste modo interpretações adequadas dos resultados da investigação (Gay et al., 2012).

A fiabilidade diz respeito ao grau de consistência com que um teste mede aquilo que está a ser medido (Gay et al., 2012). Ou seja, quanto maior for o grau de fiabilidade dos instrumentos de recolha, mais confiáveis serão os dados obtidos a partir dele.

De forma a garantir a validade dos instrumentos de recolha de dados, estes foram verificados pelos orientadores científicos da IPP + PES e por um docente da escola onde decorreu a PES.

6. Questões de Ética

O consentimento informado traduz-se num procedimento pelo qual os indivíduos decidem se pretendem participar numa dada investigação, sabendo de antemão os objetivos do estudo e em que consiste. Os participantes devem ser informados sobre o papel que terão a desempenhar ao longo do estudo (Cohen et al., 2017), garantindo-se, desta forma, uma participação voluntária e informada, que respeita os princípios éticos fundamentais.

Uma vez que esta investigação faz parte do PES, integrado no MEBG da FCUP, foi realizado um pedido à Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que se manifestou favoravelmente (Ref.: Proc. CE2023/p121) (Anexo 4).

Tendo em conta que a investigação foi realizada com menores, foi recolhido o consentimento informado dos Encarregados de Educação e o assentimento dos alunos, respeitando-se, assim, as exigências éticas da investigação na área da educação em ciências.

4. Programa de Intervenção

O projeto foi pensado de forma a responder aos problemas e aos objetivos de investigação referidos anteriormente.

Numa primeira fase, naturalmente, foi elaborada a planificação e os recursos didáticos a serem utilizados ao longo do PI.

Posteriormente, foi implementado o PI durante 15 aulas de 50 minutos de Biologia e Geologia.

Planificação e Recursos educativos

A planificação das aulas deve contribuir para a melhoria da qualidade do processo educativo. É um guião de ação pelo qual o docente orienta a aula, de forma a organizar o seu trabalho e a definir os recursos didáticos a serem utilizados, assim como as estratégias a aplicar (Barroso, 2013).

Através da planificação, o professor consegue ter uma maior perceção do que foi lecionado, quais os melhores recursos didáticos a serem empregues e fazer uma reflexão sobre o processo de aprendizagem por parte dos alunos (Praia et al., 2011). Desta forma, a etapa de planificação permite que o docente possa conferir uma maior eficiência às atividades educacionais.

Desta forma, foram criadas planificações para as 15 aulas (Anexo 5) que formam o PI, de forma a orientar a investigação. Os recursos didáticos foram também elaborados a par da planificação, de forma a manter a estrutura e coesão do PI. Os recursos didáticos exigidos para a operacionalização da investigação foram: um teste diagnóstico, uma apresentação multimédia (Anexo 6) e guiões de trabalho para os estudantes.

O teste diagnóstico (Anexo 7) foi realizado de forma a permitir avaliar o conhecimento científico dos alunos em relação aos temas abordados e a sua literacia em relação ao

trabalho das mulheres cientistas. Foi constituído por oito questões de resposta aberta relativas ao conteúdo científico e três questões de questão aberta acerca do conhecimento em relação a trabalhos de cientistas, tanto homens como mulheres (de forma a haver meio de comparação).

Os guias de trabalho variaram de caso para caso. No total, foram elaborado quatro guias de trabalho: um relativo à visita de estudo ao IGUP, um relativo aos casos de Geologia, um relativo aos casos de Biologia e, por fim, um relativo à videoconferência com a Dra. Mariana Silva.

Aplicação do Projeto de Intervenção

A aplicação deste PI ocorreu nas duas últimas semanas de janeiro e na primeira semana de fevereiro de 2024. Como referido anteriormente, foi aplicado a uma turma do 10.º ano de escolaridade. Cada aula teve uma duração de 50 minutos, no entanto, na terça-feira os alunos tinham três aulas (perfazendo, assim, um total de 150 minutos) e às quintas-feiras e sextas-feiras tinham duas aulas (um total de 100 minutos, portanto).

Todos os trabalhos realizados foram de fórum colaborativo. Os alunos foram distribuídos por quatro grupos, cada um trabalhando numa estação. Os grupos não eram fixos e os alunos recebiam a informação do novo grupo sempre que este mudava antes da aula começar, de forma a otimizar o tempo de aula.

Aula 1 (Terça-feira)

No primeiro momento da aula, que teve uma duração de 30 minutos, os alunos realizaram o teste diagnóstico (Figura 5).

No segundo momento da aula, houve uma apresentação multimédia (*PowerPoint*), de forma a introduzir o PI aos alunos, onde lhes foi descrito o que iriam estudar ao longo das aulas, que tipo de trabalhos iriam realizar, e a organização a considerar. Por fim, foram apresentados exemplos de mulheres cientistas, de forma a introduzir o tema do PI.

Para finalizar, os estudantes visualizaram um excerto da série documental “*Cosmos- A Spacetime Odyssey*” (Figura 6), que refere a cientista Marie Tharp, responsável por comprovar o movimento das placas tectónicas ao analisar a geomorfologia do fundo oceânico.



Figura 5. Alunos a realizarem o teste diagnóstico



Figura 6. Alunos a visualizarem o excerto da série documental Cosmos- A Spacetime Odyssey

Aula 2 (Terça-feira)

Na segunda aula houve a preparação para a visita de estudo, segundo o modelo de Nir Orion.

Na preparação para esta visita de estudo os alunos tiveram acesso a um guia de trabalho (Anexo 8), estruturado em três partes: pré-visita, durante a visita e pós-visita.

Na componente pré-visita, os estudantes leram um contexto histórico sobre o IGUP e uma pequena revisão científica sobre sismologia (um conteúdo lecionado antes da aplicação do PI). Além disso, tiveram que responder a dois desafios (em grupo), um meramente científico e o segundo relaciona-se com o trabalho realizado por Barbara Romanowicz.

A componente a ser realizada durante a visita é composta por perguntas de resposta aberta, exigindo um maior grau de atenção por parte dos alunos e permitindo apreciar a aprendizagem sobre o que viram e ouviram durante a visita.

Finalmente, a componente pós-visita desafiava os alunos a fazerem um trabalho colaborativo sobre Marie Tharp, com o nome de “Marie Tharp: um caso de estudo sobre os fundos oceânicos”. Além de abordarem o trabalho desenvolvido por esta cientista, os alunos tinham também que referir a importância das estações sísmicas e o contexto histórico do estudo da sismologia e do IGUP.

Os desafios colocados aos alunos relativamente à primeira parte do guião foram realizados ao longo desta aula, tendo sido pedido a cada grupo que designasse um porta-voz.

Aulas 3 e 4 (Quinta-feira)

Estas duas aulas destinaram-se à visita de estudo ao IGUP.

Durante a visita de estudo os alunos tiveram a Dra. Helena Sant’Ovaia como guia e foi-lhes apresentado um contexto histórico do instituto e qual a função do mesmo atualmente.

A ideia desta visita de estudo surgiu pois, além de o instituto ser um local importante para os estudantes conhecerem quando estudam sismologia, a diretora é a Dra. Helena Sant’Ovaia, o que deu aos alunos a oportunidade de ter contacto com uma mulher cientista num contexto autêntico.

Na visita de estudo os alunos puderam visitar a estação sísmica e entender como o contexto social e histórico importa na evolução e na construção do conhecimento científico (Figura 7). Ali, os alunos puderam ver como os sismógrafos antigos eram compostos, que tipo de registos permitiam obter e de que forma os poderiam analisar. Na parte final da visita, os alunos viram como atualmente os registos sísmicos são realizados, havendo assim, uma evidência de como o avanço da tecnologia muda a forma de se fazer ciência (Figura 8).



Figura 7. Alunos a ouvirem a Dra. Helena Sant'Ovaia a contextualizar historicamente a estação sísmica do IGUP.

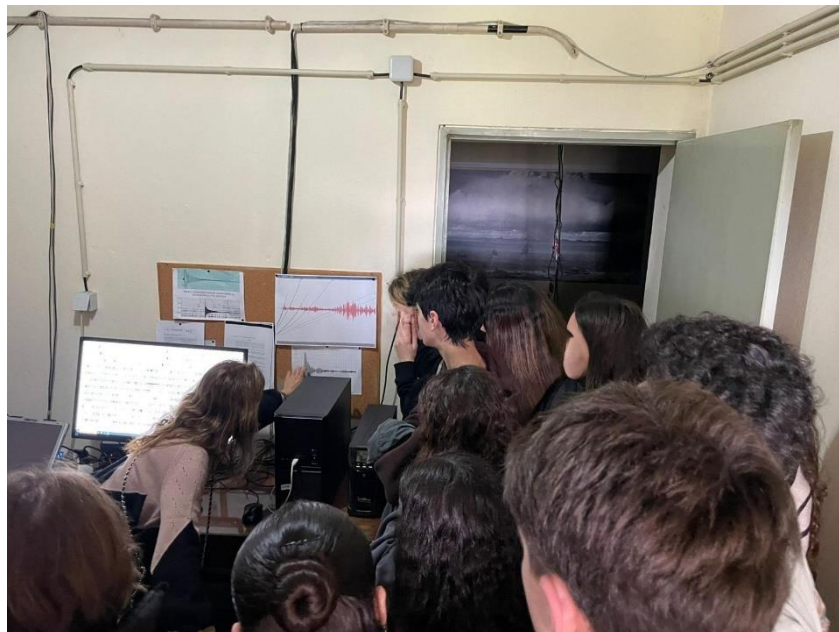


Figura 8. A Dra. Helena Sant'Ovaia explica aos alunos como os registos sísmicos são realizados na atualidade.

Aula 5 (Terça-feira)

Nesta aula, os alunos apresentaram os trabalhos realizados em grupo, incidindo sobre o desafio final do guião da visita de estudo: “Marie Tharp: um caso sobre os fundos oceânicos”.

Enquanto os alunos apresentaram os trabalhos, a professora-investigadora, o colega de estágio e o professor cooperante preencheram a grelha de avaliação relativa às apresentações.

Aulas 6, 7 (Terça-feira) e 8 (Quinta-feira)

Após a apresentação dos trabalhos, foi apresentado aos alunos os casos de Geologia. Os alunos tinham acesso aos casos (Anexo 9), que foram lidos em conjunto de forma a não haver dúvidas e as instruções ficarem claras para todos. Destaca-se a importância das indicações serem sempre bastante claras e que os alunos tenham em mente quais os objetivos de aprendizagem (*feed up*) (Machado, s.d).

Os casos de Geologia incidem sobre o estudo do modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera. De forma a que os alunos tenham um maior leque de conhecimento científico e do papel de mulheres cientistas, cada grupo ficou encarregado de um caso diferente e, como tal, de estudar uma mulher cientista diferente. O caso de estudo nesta aula foi designado de “Modelo e dinâmica da estrutura da Terra: um olhar sobre o trabalho desenvolvido por Inge Lehmann, Barbara Romanowicz, Marie Tharp e Donna Blackman”.

O grupo 1 estudou a descoberta da descontinuidade de Lehmann e a mulher cientista em estudo foi a Inge Lehmann. Neste trabalho os estudantes debruçaram-se sobre o estudo de ondas sísmicas enquanto método indireto para o conhecimento do interior da Terra e que informações podemos obter por esta via. Além disso, os alunos foram convidados a prever o que aconteceria se o núcleo interior não tivesse movimento de rotação ou se o núcleo fosse homogéneo e totalmente líquido. Esta última pergunta remete para a criação da noção de que a ciência está em constante desenvolvimento, que ainda não temos todas as respostas e como o pensamento crítico e o questionamento são ferramentas essenciais na produção de conhecimento científico.

Os grupos 2 e 3 analisaram os fundos oceânicos, a mobilidade das placas tectónicas e a composição da crosta oceânica. Estes grupos ficaram responsáveis por analisar os trabalhos realizados por Marie Tharp e Donna Blackman, respetivamente. O grupo 2 analisou os métodos diretos e indiretos no estudo do interior da Terra e que dados Marie Tharp estudou para chegar à conclusão de que existe mobilidade tectónica. O grupo 3, por outro lado, focou-se na forma como as ondas sísmicas podem fornecer dados sobre o tipo de material existente na crosta, manto superior e astenosfera. Além disso, também discutiu o geomagnetismo terrestre e como o trabalho de Donna Blackman contribuiu

para o eu estudo. Ambos os grupos apresentaram uma previsão do que aconteceria se as placas tectónicas deixassem de se movimentar.

A escolha dos elementos do grupo 2 teve em atenção os alunos que no trabalho anterior (sobre Marie Tharp) apresentaram algumas dúvidas científicas, o que justificou um maior reforço neste caso. Esta decisão partiu do princípio de que planificação das aulas deve ter sempre em atenção a relação entre alunos e o processo de aprendizagem, reafirmando, assim, a necessidade de uma postura reflexiva por parte do docente. Como Alcorão (2001a) defende, a atividade reflexiva do professor exige a tríade conhecimento, aluno e currículo.

O grupo 4 analisou a descontinuidade de Gutenberg, que tipo de material constitui o manto e o seu estado físico. Para a realização deste trabalho, os estudantes tiveram que analisar e investigar sobre tomografia sísmica. A cientista que foi estudada por este grupo foi Barbara Romanowicz. Neste trabalho, os alunos analisaram como a tomografia sísmica permite uma interpretação do interior da Terra e de como o trabalho da Dra. Barbara Romanowicz contribui para uma maior compreensão dos movimentos horizontais e verticais da litosfera. Analisaram também a questão das plumas térmicas existentes na base do manto.

Todos os trabalhos tinham perguntas que remetiam para a questão da mulher cientista, de forma a convidar os alunos a refletir sobre feminismo e igualdade de género.

Durante estas duas aulas (150 minutos, portanto), os alunos trabalharam colaborativamente de forma a investigar sobre os casos, para responder às questões colocadas. Ao longo deste processo, o papel da professora-investigadora foi de mediadora entre o aluno e os conhecimentos, prestando, sempre que fosse preciso, o apoio necessário, mas de forma a permitir o trabalho autónomo.

Durante as aulas, a professora-investigadora, o colega de estágio e o professor cooperante foram preenchendo a grelha de avaliação relativa ao trabalho colaborativo.

Aula 9 e 10 (Quinta-feira)

Nesta aula, os alunos apresentaram em grupo os trabalhos elaborados. Foram atribuídos cerca de 15 minutos a cada grupo para esta apresentação (Figura 9).

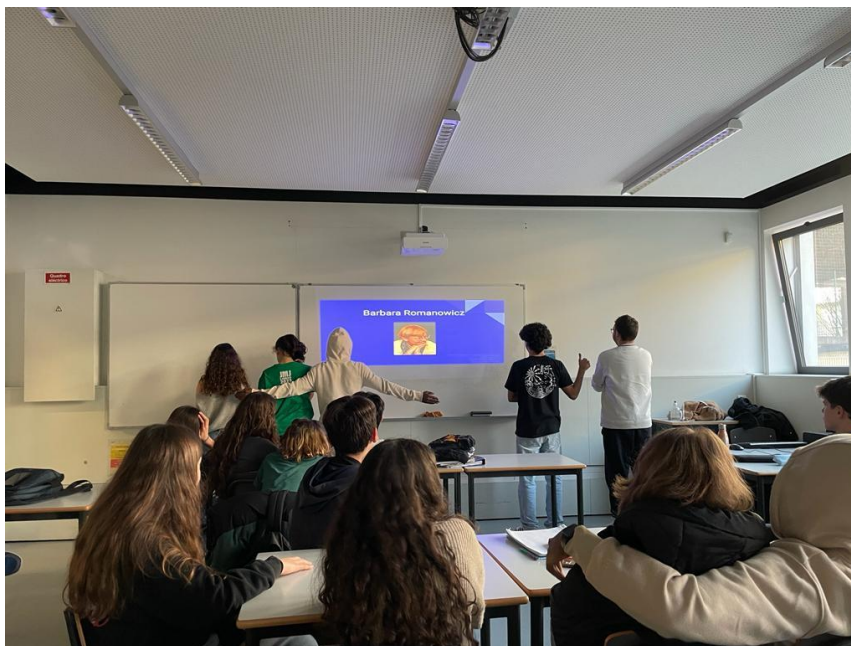


Figura 9. Apresentação de trabalho do grupo que estudou o trabalho desenvolvido pela Dra. Barbara Romanowicz.

Enquanto os alunos apresentaram os trabalhos a professora-investigadora, o colega de estágio e o professor cooperante preencheram a grelha de avaliação relativa à apresentação de trabalhos, onde se avalia a comunicação em ciência.

No final de cada apresentação, a professora-investigadora apresentava questões aos alunos relativas aos trabalhos, de modo a permitir a correção de eventuais erros científicos e a incentivar a reflexão sobre questões que poderiam ter sido abordadas de forma a permitir que o trabalho ficasse mais rico (estimulando de pensamento crítico). Foi continuamente dado *feedback* ao longo de todas as apresentações, tornando claras as dificuldades e concretizações na aprendizagem. Foi também dado o necessário *feedforward*, para que os alunos entendessem o que era preciso fazer para progredirem academicamente (Machado, s.d.).

No final das apresentações dos quatro grupos, foi apresentada aos alunos a seleção de casos de Biologia em que estes iriam trabalhar: a biodiversidade e a importância da mesma; e noção de ecossistema. O nome aplicado a este estudo por casos foi “Mulheres cientistas na conservação da Biodiversidade: um olhar sobre o trabalho de Jane Goodall, Sylvia Earle, Krithi Karanth e Wangari Maathai”. Este momento durou apenas 15 minutos, o que apenas deu para a leitura dos casos (Anexo 10).

Como referido anteriormente, os grupos mudavam sempre que os alunos estudavam um caso novo. Nos casos de Biologia, o grupo 1 estudou o trabalho desenvolvido por

Jane Goodall e a importância de proteger a biodiversidade animal, de promover a coexistência saudável entre os animais selvagens e as pessoas que vivem no mesmo habitat e quais as descobertas realizadas por esta cientista no estudo dos chimpanzés.

No grupo 2 os alunos estudaram o trabalho desenvolvido por Sylvia Earle e a importância da biodiversidade e proteção das algas marinhas (que, através do processo de fotossíntese, são a maior fonte de oxigénio atmosférico). Neste trabalho os alunos discutiram sobre como o ser humano pode impactar negativamente o ecossistema negativo e como o desaparecimento de uma única espécie afeta todo o ecossistema.

O grupo 3 estudou a cientista Krithi Karanth e o trabalho por si desenvolvido para a proteção dos tigres das florestas da Índia. Os alunos analisaram a importância dos predadores num ecossistema, discutiram a importância de manter a biodiversidade a nível social, ecológico e económico, e a relação entre as pessoas e os animais selvagens que habitam a mesma área geográfica.

Por fim, o grupo 4 analisou o trabalho realizado por Wangari Maathai e discutiu o impacto da desflorestação e desertificação, a forma como este problema se relaciona com a hidrosfera e geosfera e, por fim, quais os impactos sociais, económicos e ambientais provocados pela desflorestação.

Todos os trabalhos incluíram perguntas em que era pedido aos alunos que estabelecessem relações entre o que estavam a estudar e os ODS.

Como no caso de Geologia, os casos foram lidos em conjunto. Após a leitura dos casos alunos colocaram as questões sobre o trabalho a ser desenvolvido.

Aula 11 e 12 (Sexta-feira)

Esta aula foi dedicada ao trabalho no estudo de casos de Biologia. Como aconteceu com os casos de Geologia, a professora-investigadora assumiu o papel de mediadora e foi auxiliando sempre que estritamente necessário, de forma a fomentar a autonomia dos alunos (Figura 10).

A professora-investigadora, o colega de estágio e o professor cooperante preencheram a grelha de avaliação relativa ao trabalho colaborativo.



Figura 10. Alunos a tirarem dúvidas sobre o trabalho a ser desenvolvido com a professora-investigadora.

Aulas 13, 14 e 15 (Terça-feira)

Num primeiro momento (50 minutos), os estudantes apresentaram à turma os trabalhos realizados em grupo.

As condições mantiveram-se iguais às das apresentações dos casos de Geologia: a professora-investigadora deu *feedback* e *feedforward*, colocou questões e preencheu a grelha de avaliação relativa às apresentações, em conjunto com o professor cooperante e o colega de estágio.

No final, os alunos organizaram-se em grupos de trabalho novos e leram em conjunto com a professora-investigadora o guião para a videoconferência com a Dra. Mariana Silva. O tema da conversa foi “Porque devemos conservar a Biodiversidade das plantas? Uma conversa com Mariana Silva” e os alunos releram um artigo científico

(Anexo 11) que relaciona as alterações climáticas com a alimentação e vice-versa, que já tinham analisado no dia da alimentação.

Neste trabalho, os alunos foram desafiados a colocar questões à Dra. Mariana Silva, de forma a promover o questionamento e o pensamento crítico. No guião, tiveram um campo para colocar essas questões e outro para escrever questões espontâneas que ocorreram durante a conversa. Este momento de preparação durou cerca de 20 minutos.

De seguida, teve lugar a videoconferência com a Dra. Mariana Silva, que apresentou um *PowerPoint* (Figura 11) em que referia aspetos importantes, tais como:

- As plantas presentes no quotidiano: alimentação, medicação, roupa, ...;
- A percentagem de mulheres que trabalham em ciência;
- Sugestões de leituras sobre a biodiversidade de plantas.

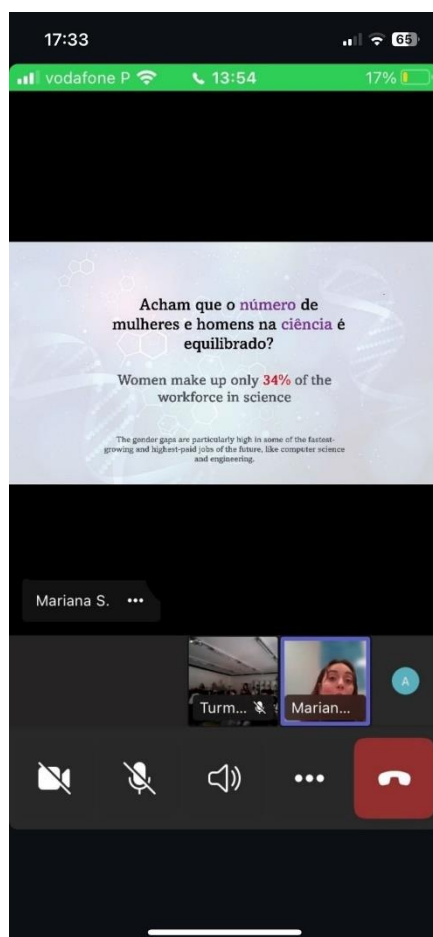


Figura 11. Screenshot da videoconferência com a Dra. Mariana Silva.

Depois, a Dra. Mariana Silva debruçou-se sobre o que devemos proteger a Biodiversidade das plantas e quais os impactes negativos que a perda da mesma provoca.

No final, os alunos colocaram questões, tanto as que tinham já programado como questões espontâneas.

Ao longo da conversa, a Dra. Mariana Silva ia questionando os alunos, de forma a cativar o seu interesse e a tornar este momento mais dinâmico.

Este momento durou cerca de 50 minutos.

Por fim, na última aula, os alunos estiveram a trabalhar colaborativamente sobre o desafio proposto, na sequência da videoconferência. Neste desafio, aliado à leitura do artigo científico sobre “Os impactos das mudanças climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão da literatura” do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde, da Fundação Oswaldo Cruz, os alunos tiveram que responder às seguintes questões:

1. De que modo as alterações climáticas podem afetar a biodiversidade das plantas?
2. Como se pode relacionar a biodiversidade das plantas com a medicação?
3. De que forma a nossa alimentação poderá ser afetada com a perda da biodiversidade das plantas?
4. Qual o valor do trabalho para a sociedade de cientistas na área que a Dra. Mariana Silva faz investigação?

Os alunos tiveram cerca de 30 minutos para responder às questões e cada grupo teve cerca de 5 minutos para apresentar os resultados à turma.

A decisão de os alunos terem acesso a um artigo científico proveio de uma reflexão da professora-investigadora sobre. Claro que houve um cuidado em escolher um artigo adequado aos conhecimentos dos alunos, de forma a não criar possíveis frustrações por parte dos mesmos, mas que estimulasse uma maior compreensão e conexão entre conhecimentos variados, dentro das temáticas científicas abordadas.

5. Resultados e discussão

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos, e discutem-se os resultados da sua análise através de métodos estatísticos simples (estatística descritiva) e recorrendo à análise de conteúdo.

Os dados recolhidos são relativos ao teste cognitivo, às grelhas de avaliação, aos trabalhos entregues pelos alunos (análise qualitativa) e às suas reflexões (análise qualitativa).

A avaliação é frequentemente tida exclusivamente como um instrumento de verificação das aprendizagens dos alunos, geralmente resultando numa classificação com um valor numérico. Mas, na verdade, existem vários modelos de avaliação, que servem diferentes propósitos, que não meramente a classificação (Fernandes, 2021). O paradigma tem vindo a evoluir ao longo das décadas em contexto nacional, concretamente de uma perspetiva seletiva para um estilo de avaliação formativo.

A avaliação deste PI foi feita de forma qualitativa e com base num processo contínuo de interação com os alunos através de vários momentos de partilha, *feedback*, *feedup* (estabelecimento de objetivos de forma clara) e *feedforward* (explicar o que deve ser mantido a o que se deve mudar para uma melhoria de resultados). Os alunos estavam cientes dos critérios e objetivos da avaliação. “A construção colaborativa deste processo coloca no campo das práticas a necessidade de realizar uma nova agenda de negociação e momentos de feedback com o objetivo de melhorar o processo e visando atingir os objetivos consensualizados, numa linguagem partilhada e com significado para todos os intervenientes. Inerente aos processos de negociação e de comunicação, a transparência é quase naturalmente exigida.” (Cosme et al., 2020, p. 28).

1. Teste diagnóstico (Aula 1)

Uma vez que a avaliação deste PI privilegiou uma abordagem qualitativa, o teste diagnóstico não foi alvo de uma classificação final. Ao invés disso, houve uma avaliação que levou ao apuramento do conhecimento dos alunos relativo aos temas abordados. A análise do teste diagnóstico dividiu-se em duas partes: uma referente ao conhecimento científico (tabela 4) e outra relativa ao conhecimento de cientistas (tabela 4). Relembrando que o número de estudantes envolvidos no PI é 18 ($n=18$), o cálculo de frequência foi feito sempre com este valor como espaço amostral.

Tabela 4. Frequência de respostas relativas às perguntas de teor científico do teste diagnóstico.

Questão	Respostas corretas (%)	Respostas incompletas (%)	Respostas incorretas (%)
1.1. (Geologia)	n=4 22,2%	n=1 5,66%	n=13 72,22%
1.2 (Geologia)	n=3 16,67%	n=3 16,67%	n=12 66,67%
2 (Geologia)	n=5 27,77%	n=9 50%	n=4 22,2%
3 (Geologia)	n=1 5,66%	n=1 5,66%	n=16 88,89%
4 (Biologia)	n=10 55,56%	n=2 11,12%	n=6 33,33%
5.1 (Biologia)	n=2 11,12%	n=2 11,12%	n=14 77,76%
5.2 (Biologia)	n=1 5,66%	n=0 0%	n=17 94,44%
6 (Biologia)	n=7 38,88%	n=6 33,33%	n=5 27,77%

Ao analisar os resultados do teste diagnóstico foi possível perceber que os alunos responderam a 62,5% das questões de forma errada. Tanto nos campos de Geologia como de Biologia, não obtiveram uma média positiva, embora os temas abordados já tivessem sido lecionados.

Os conteúdos de Biologia definidos como pré-requisito foram lecionados no 8.º ano de escolaridade e os de Geologia no 7.º ano de escolaridade. Para além disso, os alunos tinham abordado nas aulas anteriores a sismologia e métodos diretos e indiretos de estudo do interior da geosfera.

Na questão 1 era pedido aos alunos para descrever o modelo químico (1.1) e o modelo físico (1.2) do interior da Terra. Como podemos verificar, apenas 22,2% dos alunos responderam corretamente à questão 1.1 e 16,67% responderam corretamente à questão 1.2. Muitos alunos, em vez de descrever o modelo químico, descreveram o interior da Terra quanto à sua constituição.

Na questão 2 era esperado que os alunos indicassem que tipo de materiais podemos encontrar no interior da Terra em termos de composição química. Apenas 27,77% dos alunos responderam de forma correta.

A questão 3, a última da componente de Geologia, desafiava os alunos a comentar a afirmação “Existem três tipos de descontinuidades no interior da geosfera, que foram comprovadas através de estudos sismológicos”. Apenas um aluno respondeu de forma correta e completa. Foi possível perceber, ao ler as respostas, que vários alunos interpretaram mal esta questão e que apresentaram dificuldades em sustentar um argumento e/ou comentar uma afirmação com dados científicos de forma a demonstrar a sua veracidade, revelando, assim, dificuldades relativas à língua portuguesa (Galvão et al., 2017).

Na questão 4 era pedido aos alunos para comentassem a afirmação “a célula é a unidade básica de vida”. 55,56% dos alunos responderam de forma correta e completa, sendo a única pergunta com uma média positiva.

Na questão 5.1. era pedido aos alunos para darem exemplos de relações bióticas. Apenas 11,12% responderam de forma correta e completa. Já na questão 5.2. era pedido aos alunos para apontarem exemplos de fatores abióticos num ecossistema. Apenas 5,66% responderam de forma correta e completa. No entanto, contrariamente à questão 5.1. nenhum aluno deu uma resposta correta, mesmo que incompleta. estes resultados demonstram que embora os alunos tivessem algumas perceções sobre relações bióticas o mesmo não se verifica relativamente aos fatores abióticos.

Por fim, a questão 6 desafiava os alunos a refletirem sobre a importância de proteger a biodiversidade de um determinado ecossistema. Apenas 38,88% dos alunos responderam de forma correta e completa. Ao analisar os resultados, foi possível perceber que existem alunos que têm a capacidade de fazer a conexão entre vários saberes, de pensar de forma hipotética e abstrata, e que compreendem que o que acontece num ecossistema irá influenciar outros ecossistemas, manifestando assim, uma visão de sustentabilidade e ecológica avançada.

Em relação às perguntas relativas ao tema do papel da mulher cientista na construção de conhecimento científico, foram elaboradas três tabelas distintas. A primeira tabela (Gráfico 1), correspondente à pergunta 7, questionava os alunos sobre cientistas que conheçam (excetuando nas áreas da Biologia e Geologia), qual a área de investigação e qual o contributo científico. Os alunos poderiam apontar no máximo cinco exemplos.

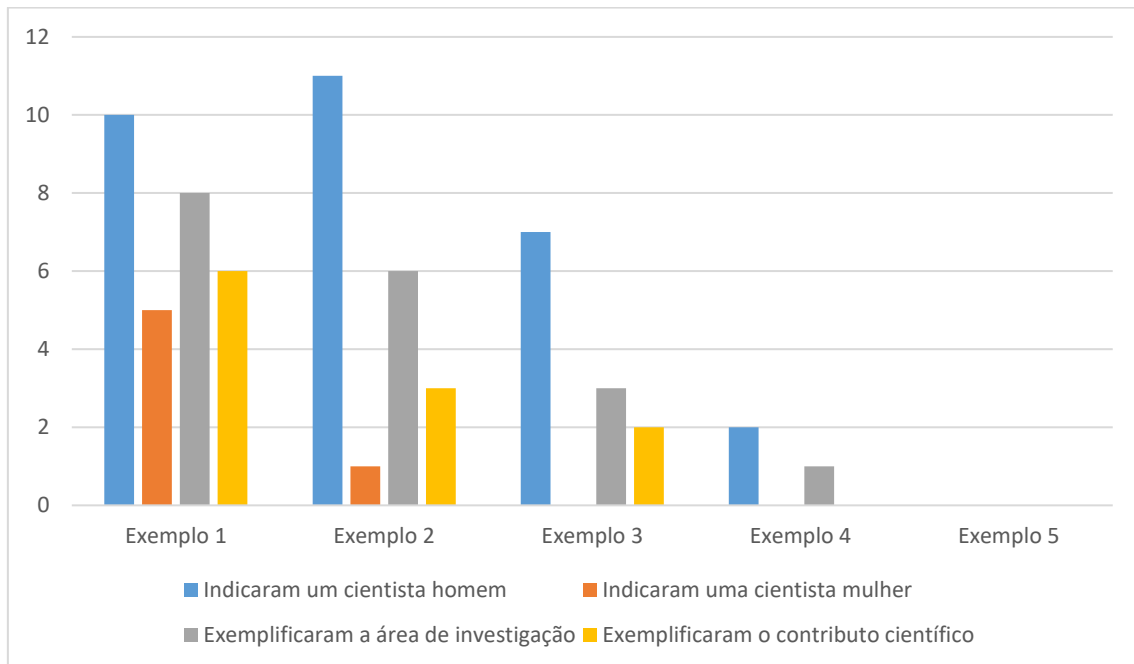


Gráfico 1. Dados da questão 7, onde os alunos teriam que indicar o nome de um(a) cientista, qual a área de investigação e qual o contributo científico.

Ao analisar os dados do gráfico é possível deduzir que os alunos conhecem mais homens do que mulheres cientistas. Apenas seis alunos indicaram o nome de uma cientista mulher (o aluno que indicou a cientista mulher no exemplo 2 não o fez no exemplo 1) e, todos eles referiram a Marie Curie. Como todos os alunos deram unicamente o exemplo da Marie Curie, é possível entender que, de facto, o conhecimento destes estudantes em relação ao papel das mulheres cientistas é muito fraco.

Apesar de ter sido permitido aos alunos indicar, no máximo, cinco exemplos, é possível observar que nenhum o fez, o que permite deduzir que os alunos têm, na generalidade, uma falta de conhecimento acerca de cientistas que contribuíram para a evolução da ciência, o que revela muita pouca literacia a nível da HC, apesar de estarem no 10.º ano de escolaridade.

É, também, possível entender que muitos alunos reconhecem o nome do(a) cientista, mas não o associam à área de investigação ou ao contributo científico prestado pelos mesmos.

A questão 8 convidava os alunos a apresentarem até quatro exemplos de cientistas homens que contribuíram para o conhecimento científico nas áreas de Biologia e Geologia (Gráfico 2).

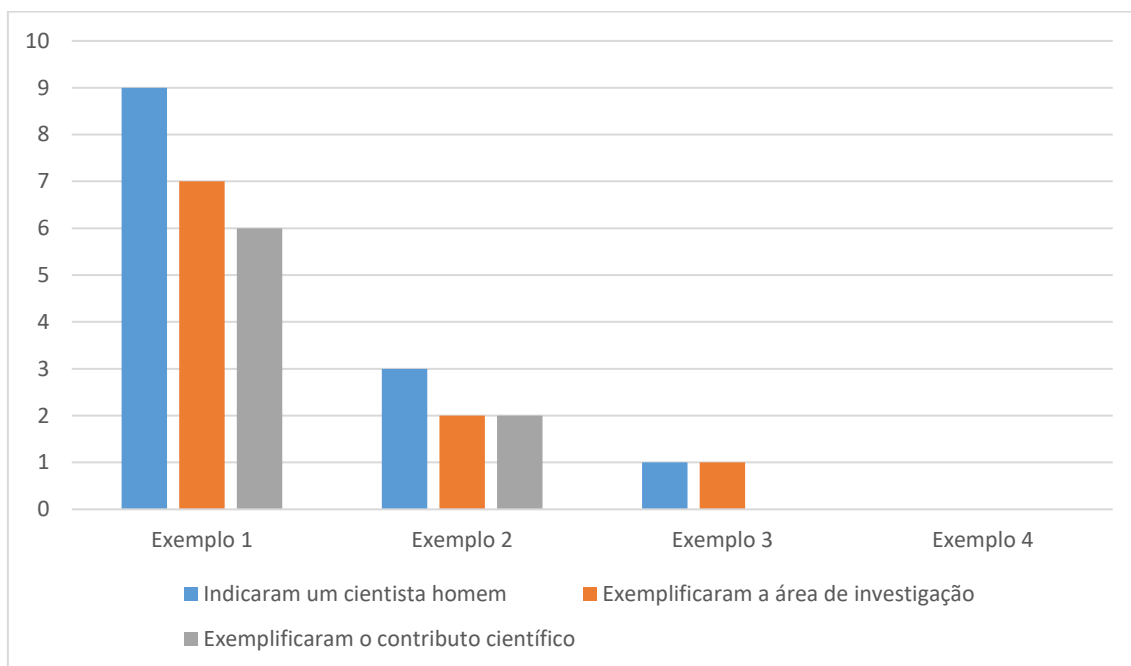


Gráfico 2. Dados relativos à questão 8, onde os alunos teriam que exemplificar cientistas homens na área da Biologia e/ou Geologia.

Apenas nove alunos foram capazes de dar um exemplo relativo a um cientista homem na área da Biologia ou Geologia, três alunos deram um segundo exemplo e só um deu um terceiro exemplo. A maioria dos alunos indicou Wegener, que foi estudado previamente nas aulas de Geologia.

Na construção de conhecimento científico é de enorme importância que os alunos tenham contacto com a HC, de modo a que possam reconhecer o trabalho realizado por diversos cientistas no passado e na atualidade, bem como perceber como este trabalho é desenvolvido gradualmente, de modo a que os novos trabalhos se apoiem em trabalhos prévios, reforçando ou contrariando os seus resultados.

Nesta questão, houve um aluno que indicou o nome de Lehmann (Figura 12). Quando questionado sobre o motivo, o aluno só respondeu “Porque ao ver as descontinuidades no livro vi este nome, então deduzi que fosse o nome de um homem cientista”. Esta postura do aluno vai de encontro ao estigma e estereótipo de que quem cria ciência são os homens (Silva et al., 2019): o aluno lê o apelido de uma pessoa cientista e assume logo que é um homem.

8) Preenche a tabela abaixo, elencando cientistas homens cujo trabalho tenha sido relevante nas áreas de Biologia e/ou Geologia.

Cientista (homem)	Áreas de investigação (Biologia/ Geologia)	Contributo científico
Lehman	Lehman	Lehman
Wegener	Wegener	Wegener

Figura 12. Resposta do aluno que indicou o nome da cientista Inge Lehman na tabela relativa aos cientistas homens que trabalharam nas áreas de Biologia e Geologia.

Por fim, na questão 9 (Gráfico 3), os alunos eram desafiados a apresentar até quatro exemplos de mulheres cientistas cujo trabalho contribuiu para as áreas de Biologia e Geologia.

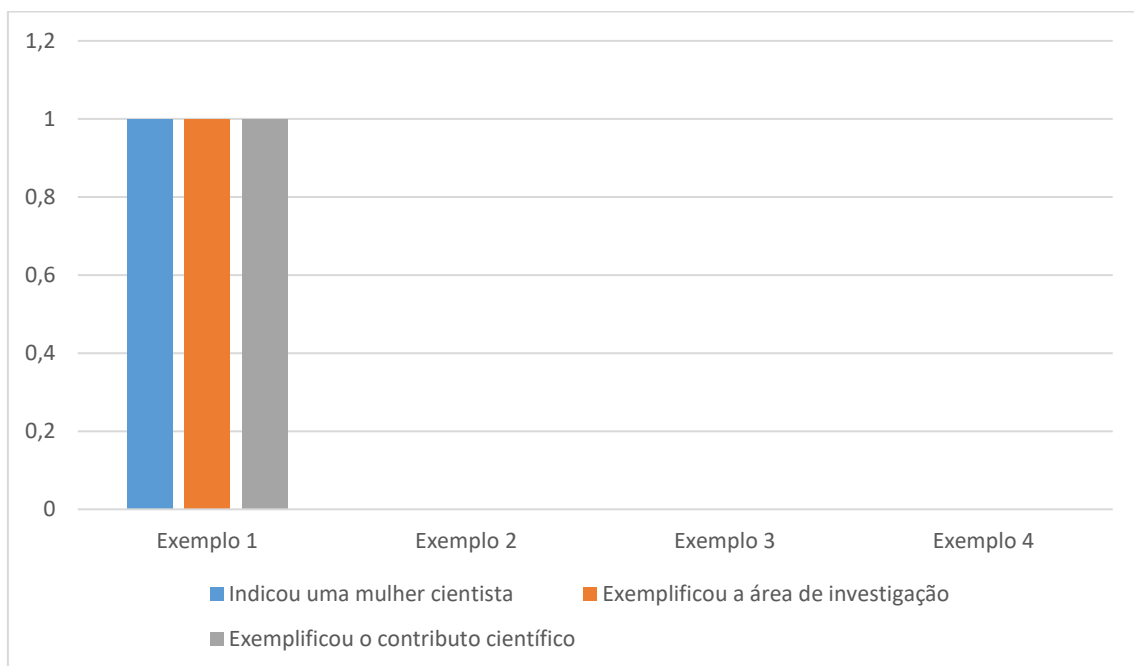


Gráfico 3. Dados relativos à questão 9, onde os alunos tinham que exemplificar cientistas mulheres na área de Biologia e/ou Geologia.

Os resultados obtidos para esta questão evidenciam a necessidade de aplicar este PI junto a alunos pertencentes à área científica, pois, demonstra que efetivamente não estão familiarizados com o trabalho e o contributo de mulheres cientistas nas áreas de Biologia e Geologia. Apenas um aluno conseguiu responder a esta questão de forma correta.

Os resultados obtidos permitiram perceber as dificuldades dos alunos relativas aos temas científicos, identificar onde é preciso atuar e como o fazer, assim como, entender que é preciso ter um maior cuidado com a forma de como eles interpretam as questões/ tarefas pedidas. Adicionalmente, estes resultados demonstram a pouca literacia relativa ao conhecimento de cientistas, em especial, de mulheres cientistas. Como tal, podemos afirmar que o teste diagnóstico é um instrumento de grande valor para o docente utilizar (Ferreira, 2005), de forma a repensar as estratégias e o próprio currículo a ser aplicáveis dentro da sala de aula.

2. Realização do trabalho sobre Barbara Romanowicz e apresentação (Aula 2)

As grelhas de avaliação foram preenchidas pela professora-investigadora, pelo colega de estágio e pelo professor cooperante.

Nesta aula os alunos trabalharam em grupo e apresentaram o trabalho à turma. Este trabalho, realizado por todos os grupos, contemplou a cientista Barbara Romanowicz.

Considerando que no desenvolvimento de todos os trabalhos existia uma fase de pesquisa e uma fase de trabalho colaborativo, assim como uma apresentação, foram criados gráficos relativos aos resultados das grelhas de observação do trabalho de grupo (Gráfico 4), e às grelhas de observação das apresentações (Gráfico 5).

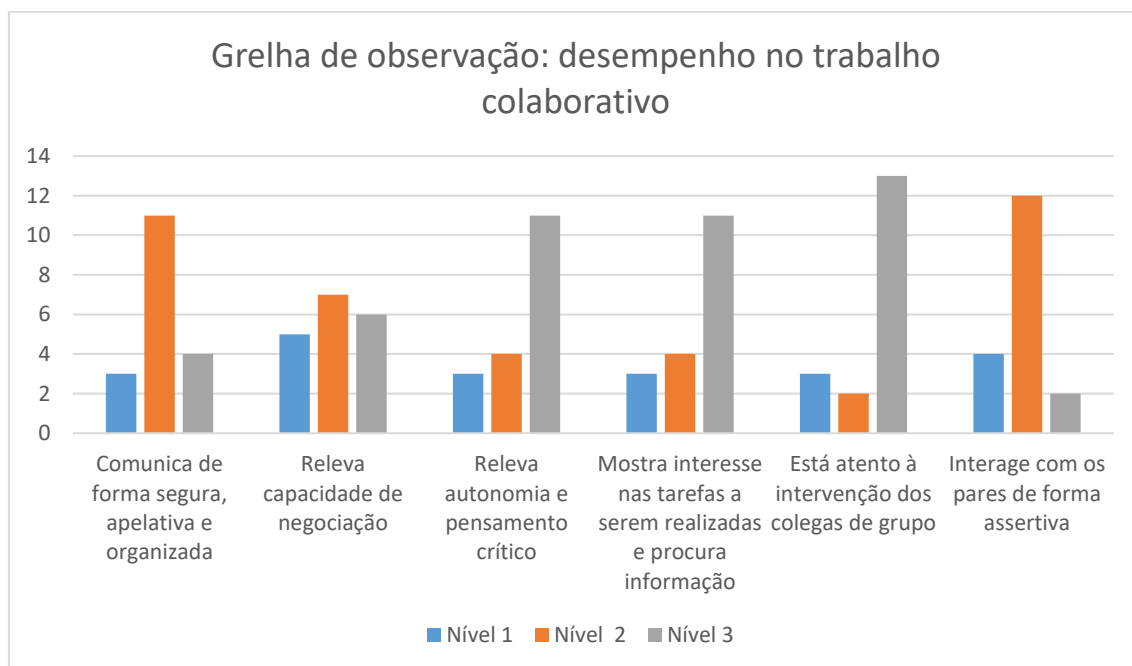


Gráfico 4. Dados relativos à grelha de observação sobre o desempenho no trabalho colaborativo, preenchida durante a aula 2 do PI.

A maioria dos alunos apresenta nível 2 ou 3 nos critérios definidos. Muitos dos alunos que apresentam nível 1 são alunos que ao longo do ano letivo sempre mostraram um certo desconforto em participar nas atividades propostas e falta de confiança em relação ao próprio conhecimento científico.

A metodologia de ensino neste PI permite estimular a autoestima dos alunos, assim como, a capacidade de trabalhar colaborativamente. De forma a verificar se a aplicação deste PI promoveu estas competências, fez-se uma análise comparativa da sua evolução ao longo das várias aulas.

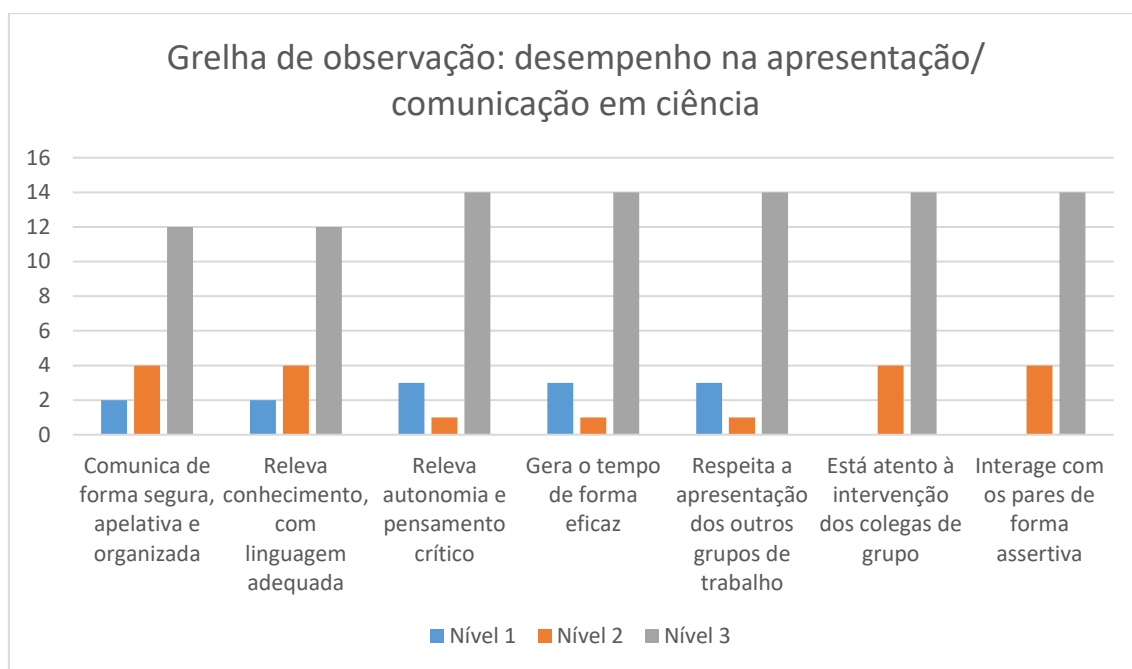


Gráfico 5. Dados relativos à grelha de observação acerca o desempenho na apresentação realizada na aula 2 do PI.

De acordo com a informação que consta o Gráfico 5, o nível 1 só surge em três critérios: *revela autonomia e pensamento crítico*; *gera o tempo de forma eficaz* e *respeita a apresentação dos outros grupos de trabalho*.

Ao comparar estes resultados com os resultados da grelha de trabalho colaborativo, é possível afirmar que para o critério *comunica de forma segura, apelativa e organizada* foram observados melhores resultados durante a apresentação dos trabalhos. Um dos motivos para este resultado pode resultar da natureza colaborativa do trabalho, que dá mais segurança aos alunos.

Ao longo das apresentações, foi interessante observar que os alunos tendem a estimular e cativar os colegas que apresentam mais dificuldades e tentam ajudá-los.

Esta solidariedade é extremadamente importante para que todos os alumnos consigan superar as máis diversas dificultades.

3. Apresentação dos traballos sobre Marie Tharp, a importancia das estacións sísmicas e o contexto histórico do estudo da sismoloxía e do IGUP (Aula 5)

Uma vez que alumnos tinham realizado um teste de avaliação na aula anterior à dedicada à elaboración dos traballos sobre Marie Tharp, a importancia das estacións sísmicas e o contexto histórico do estudo da sismoloxía e do IGUP, este traballo non foi elaborado em contexto de aula, pelo que, só foi avaliado o momento de presentación do mesmo (Gráfico 6). O traballo non pode ter sido realizado durante uma próxima aula porque non sería posíbel ultrapassar a data límite do PI.

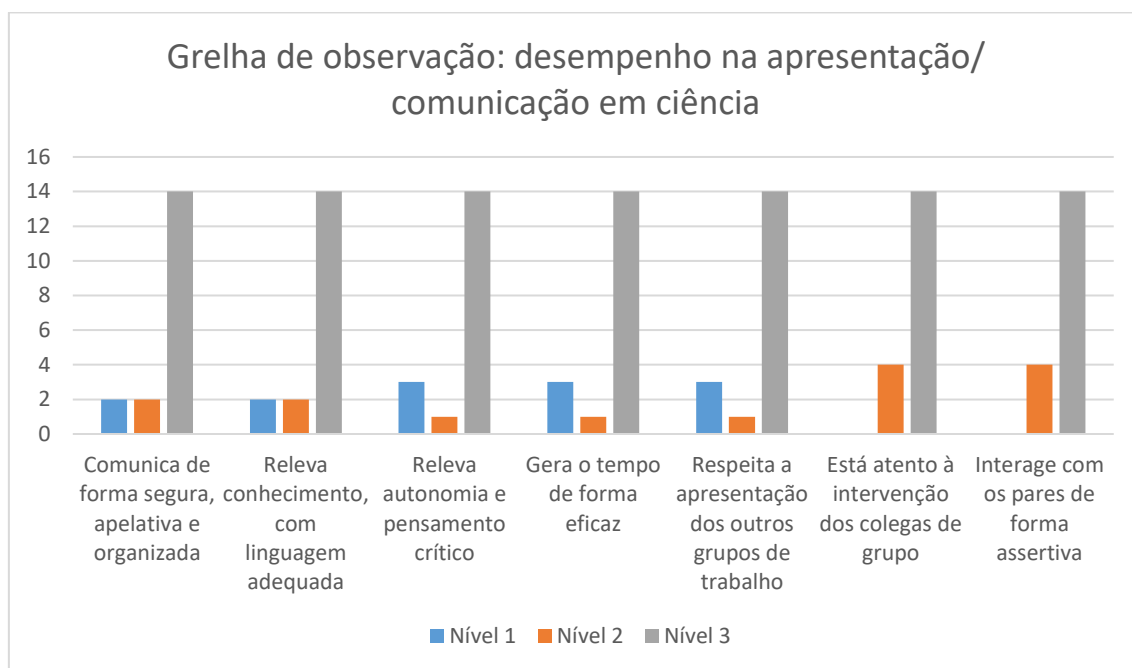


Gráfico 6. Dados relativos à apresentação dos traballos pós-visita de estudo

Os desempeño dos alumnos durante a presentación deste traballo foi idéntico ao desempeño observado durante a presentación anterior, o que significa que non houve uma melhoria das suas competencias a este nível.

A nível dos traballos apresentados (Anexo 12) através do formato *PowerPoint*, os 4 grupos realizaram um bom traballo e responderam de forma correcta a todas as cuestións. Ou seja, os alumnos corresponderam às expetativas criadas pela profesora-investigadora. No entanto, houve um traballo que se destacou, demostrando uma

maior capacidade investigativa por parte dos alunos sobre a importância das estações sísmicas e a correlação entre o trabalho de Marie Tharp e o estudo da sismologia para uma maior compreensão do funcionamento da Terra. Este grupo debruçou-se sobre a importância das estações sísmicas a nível de instituições académicas, normas de construção e prevenção, educação e consciencialização pública e na integração que o IGUP tem para com projetos da União Europeia. Além disso, também referiu como o avanço da tecnologia permite uma maior compreensão dos dados obtidos pelos sensores sísmicos.

Todos os trabalhos apresentavam, no entanto, demasiado texto e a informação não estava apresentada de forma sucinta. A professora-investigadora deu este *feedback* aos alunos de forma a promover uma melhoria dos trabalhos elaborados ao longo do PI.

4. Realização dos casos de estudo de Geologia e apresentação dos trabalhos

Como já foi referido, relativamente aos casos de estudo de Geologia, os alunos estavam divididos em quatro, cada um dos quais ficou responsável por estudar uma mulher cientista diferente.

Os trabalhos foram elaborados em contexto de sala de aula, permitindo assim à professora-investigadora auxiliar os alunos e observar a forma como trabalhavam colaborativamente (Gráfico 7).

Posteriormente, os alunos apresentaram os trabalhos à turma, tendo sido avaliados (Gráfico 8) com base quer na apresentação, quer no conteúdo dos *PowerPoint* (Anexo 13)

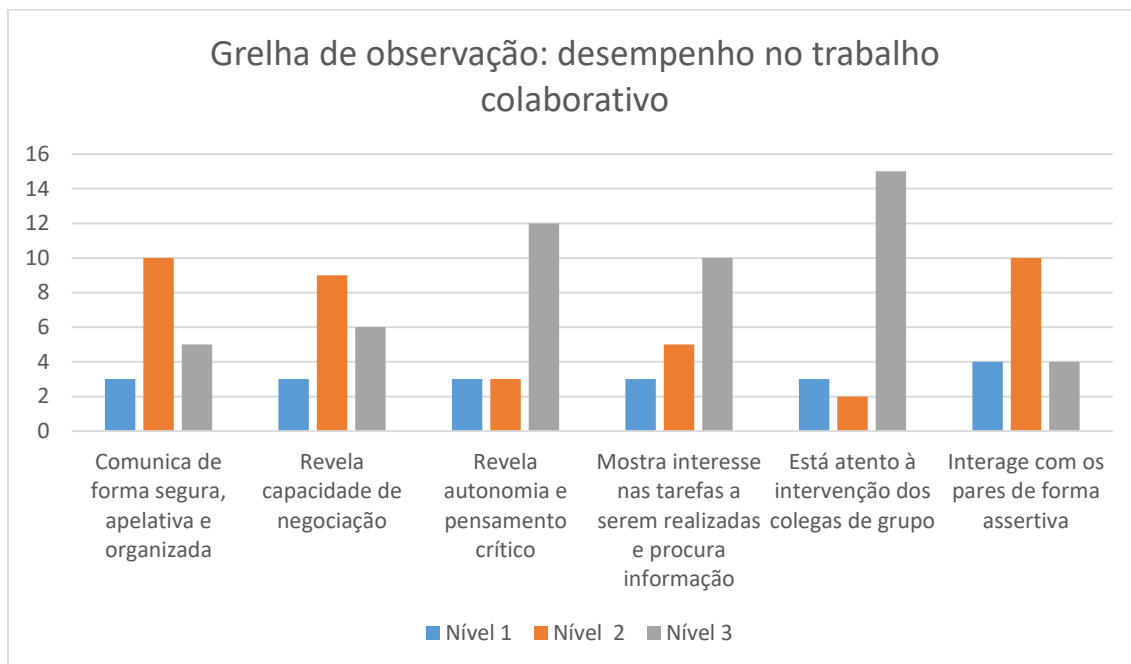


Gráfico 7. Grelha de observação relativa aos trabalhos do estudo de casos de Geologia.

Se compararmos os registos da primeira grelha de observação do trabalho colaborativo com os do Gráfico 7, é possível observar uma ligeira melhoria em relação às atitudes e capacidade de trabalhar em grupo.

Ao longo das observações a professora-investigadora ia apontando notas, numa espécie de diário de investigação, e referiu que alguns alunos mais tímidos e inseguros estavam a esforçar-se para serem mais participativos e ativos durante as atividades pedidas. Esta mudança de postura reflete as vantagens do trabalho colaborativo como estratégia educativa (Laa et al., 2012)

Foi também registada uma melhoria a nível de todos os grupos no que toca à organização de trabalho: os alunos começaram a distribuir melhor as tarefas entre si e a capacidade investigativa melhorou. Não se focaram apenas nas sugestões de pesquisa fornecidas pela professora-investigadora, mas também se preocuparam em pesquisar informação noutros locais (incluindo vídeos no *Youtube*), de forma a complementar as informações e recolher o melhor número de dados. Esta observação é congruente com os estudos sobre a implementação da metodologia de EOAC (Vasconcelos & Faria, 2017; Vasconcelos et al., 2017; Bybee, 2006).

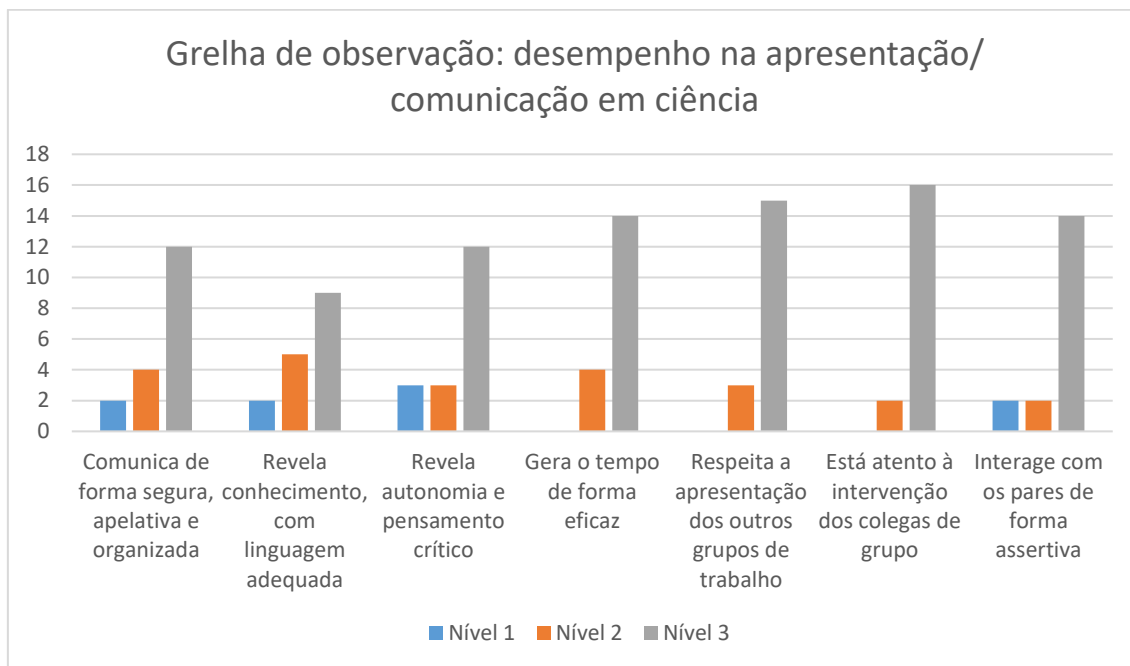


Gráfico 8. Dados relativos às apresentações de grupo do estudo de casos de Geologia.

Ao analisar este gráfico é possível verificar algumas melhorias nas competências a desenvolvidas pelos alunos, em relação ao início da implementação do PI: os alunos começaram a ter um maior cuidado com a linguagem científica aplicada durante a aplicação, a dar argumentar as ideias e o conhecimento de uma forma mais cuidada e organizada e a postura em relação aos seus pares melhorou (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017).

Além disso, a nível de conteúdo científico, todos os grupos responderam de forma correta e dentro das expectativas durante as apresentações orais dos trabalhos.

Os *PowerPoint* foram feitos com um maior brio em relação aos anteriores.

O grupo que ficou encarregado de estudar o trabalho realizado por Inge Lehmann apresentou uma boa resposta quanto à questão de previsão, reafirmando a noção de que a ciência é uma construção constante e que ainda há muito por descobrir e entender. Além disso, tocaram no princípio da falseabilidade de Popper. No final da apresentação, a professora-investigadora colocou as seguintes questões aos alunos:

1. “Só se pode determinar a composição química dos materiais pela velocidade das ondas?”
2. “Expliquem melhor a falha científica no esquema da Figura 2.”

Os alunos responderam a estas questões de uma forma cientificamente correta e discutiram entre eles a resposta a dar, mostrando que o trabalho colaborativo funcionou bem neste grupo.

As questões relativas à igualdade de género foram também devidamente abordadas por este grupo.

O grupo que estudou o trabalho de Marie Tharp abordou de forma correta a questão de igualdade de género. Porém, ao longo da apresentação dos trabalhos, houve alguns erros científicos, tais como: errada noção de cartografia, confusão entre sedimentos e basalto e, por fim, não abordaram bem a última pergunta que remetia para a previsão do que aconteceria se a geodinâmica fosse inativa.

No final da apresentação, estas questões foram colocadas pela professora-investigadora e foram bem respondidas por dois elementos do grupo. Um elemento ao responder demonstrou ter conhecimento científico e capacidade crítica, mas alguma insegurança de si mesmo ao falar. Em contrapartida, os outros elementos, apresentam ainda dificuldades em argumentar, pensar de forma crítica sobre os conteúdos científicos e em analisar situações de previsão.

O grupo responsável pelo trabalho de Donna Blackman apresentou um bom trabalho a nível de conteúdo científico. O único erro que cometeram durante a apresentação foi rapidamente corrigido por um outro colega do grupo, mas de uma forma subtil e sem prejudicar o colega que explicou mal um conceito.

Este grupo demonstrou uma boa capacidade de investigação: os alunos deram o exemplo do planeta Marte ao preverem o que aconteceria se as placas tectónicas deixassem de se mover, ou seja, se o planeta se tornasse inativo (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017).

Além disso, o grupo apresentou a seguinte questão *“Poderá a terra tornar-se um planeta geodinamicamente inativo? Como e porquê?”*, demonstrando assim desenvolvimento de capacidades metacognitivas e de questionamento, uma vez que, perguntas de previsão e justificação indicam um pensamento de ordem superior (Ennis, 1987; Chin, 2001; Loureiro, 2008).

Por fim, o grupo que se dedicou ao trabalho de Barbara Romanowicz, apresentou respostas com fundamento científico corretas e completas, demonstrando uma grande capacidade de investigação e de síntese. Durante a apresentação foi possível entender que os alunos compreenderam bem a matéria.

Ao longo da apresentação reforçaram a ideia de que a ciência está em constante construção e o princípio da falseabilidade, assim como o grupo 1. Referiram também como o contributo científico em astronomia auxilia e apoia o estudo da Geologia, mostrando uma boa compreensão entre a interdisciplinaridade (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017)

5. Realização dos casos de estudo de Biologia e apresentação dos trabalhos de grupo

Tal como aconteceu com os casos de estudo em Geologia, cada grupo ficou responsável por analisar o trabalho realizado por mulheres cientistas diferentes.

Os trabalhos de grupo foram elaborados em contexto de sala de aula, para que fosse possível avaliar os estudantes a trabalhar (Gráfico 9) e as apresentações (Gráfico 10) foram feitas através da ferramenta digital *PowerPoint* (Anexo 14).

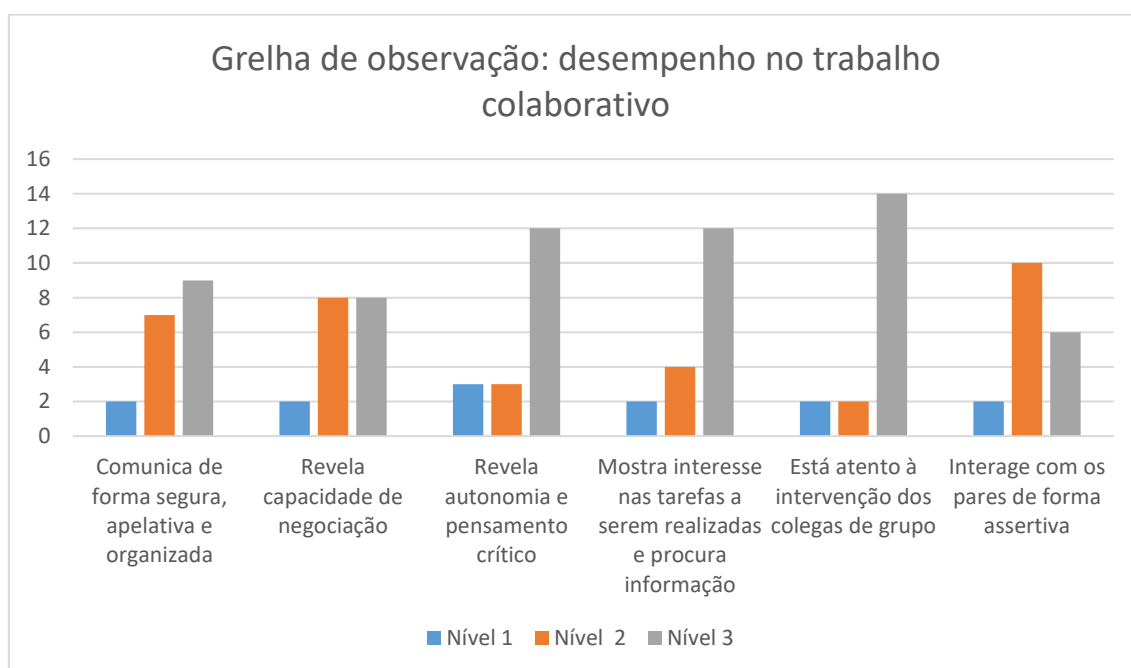


Gráfico 9. Dados relativos ao trabalho colaborativo desenvolvido durante o estudo de casos em Biologia.

Neste trabalho foi possível detetar melhorias nos estudantes de uma forma geral. Alguns alunos que se encontravam no nível 1 subiram para o nível 2 durante este trabalho, o que foi bastante positivo e indicativo de como este tipo de metodologia ativa funciona bem com os estudantes (Vasconcelos & Faria, 2017; Vasconcelos et al., 2017; Bybee, 2006).

Foi interessante verificar como alguns alunos começaram a questionar mais e a melhorar as competências investigativas de trabalho para trabalho, da mesma forma que a sua autoestima e confiança começava a crescer (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017).

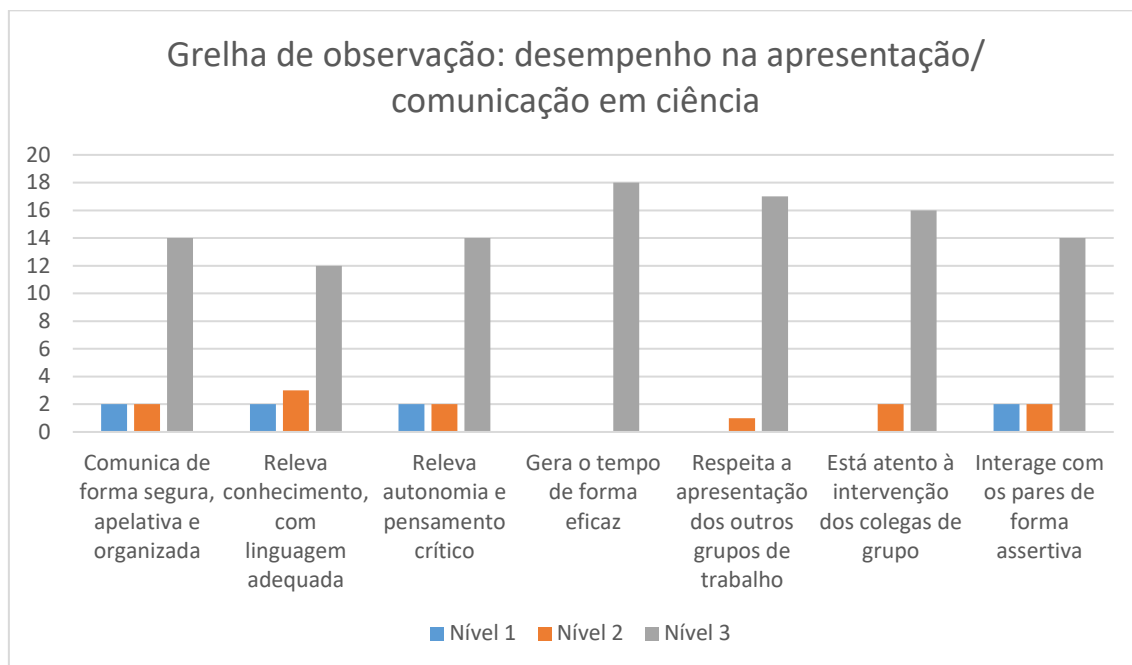


Gráfico 10. Grelha de observação relativa às apresentações dos casos de estudo de Biologia.

Mais uma vez verificou-se uma melhoria relativa aos primeiros trabalhos apresentados. Os alunos começaram a gerir o tempo de apresentação de uma forma mais eficiente, começaram a apresentar as ideias e o conhecimento científico de uma forma mais segura e confiante, o cuidado com a linguagem científica correta foi evidenciado por um maior número de alunos e a interação entre os elementos de cada grupo melhorou relativamente aos trabalhos anteriores. Foi possível observar que os alunos começaram a desenvolver um espírito de entreajuda e a motivarem-se, de forma a realizarem em conjunto um bom trabalho, demonstrando assim, a eficiência do trabalho colaborativo (Laal et al., 2012; Johnson & Johnson, 2018).

É possível notar uma evolução nos estudantes quanto às suas capacidades de investigação, de cooperação e de questionamento. Além disso, a comunicação em ciência melhorou e a atitude dos mesmos durante a apresentação começou a demonstrar um maior nível de confiança. As capacidades de comunicação dos alunos melhoraram bastante em relação à primeira aula (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017)

Todos os grupos responderam às questões científicas de forma correta e estabeleceram uma boa correlação entre os casos e as questões de igualdade de género e os ODS, como pedido. Foi evidente a qualidade da pesquisa realizada por parte de todos os trabalhos.

O grupo que apresentou o trabalho sobre Jane Goodall deu como exemplos vídeos de *Youtube* ao justificar as suas respostas, evidenciando, assim, a preocupação com a realização de uma investigação alargada e diversificada.

O grupo que analisou o contributo de Sylvia Earle destacou a diferença entre pesca em pequena escala com sobrepesca e industrial, o que tornou o trabalho mais rico e demonstrou uma capacidade e atitude crítica por parte dos estudantes.

O grupo que abordou Krithi Karanth fez uma relação entre este caso com a história “O livro da Selva”, demonstrando criatividade e pensamento crítico, pois conseguiram correlacionar um caso científico e um problema socio científico com uma história (Vasconcelos & Faria, 2017).

Por fim, o grupo que se focou no trabalho realizado por Wangari Maathai respondeu de forma brilhante às questões de género e fizeram uma crítica ao antigo presidente do Brasil devido à desflorestação que ele promoveu na floresta da Amazónia. O desenvolvimento desta atitude crítica e ativa perante a sociedade é extremamente importante e a literacia científica desempenha um papel fundamental para a criação de uma atitude consciente, culta e informada. Este trabalho demonstrou como o uso deste tipo de metodologias potencia o desenvolvimento desta atitude crítica e ativa sobre a sociedade, especialmente, quando se analisa problemas atuais da sociedade (Vasconcelos & Faria, 2017; (Wanloh & Nuangchalerm, 2022).

Ao analisar a grelha de avaliação e os trabalhos realizados pelos alunos é possível fazer um balanço bastante positivo sobre a aplicação deste PI.

6. Videoconferência com a Dra. Mariana Silva

A videoconferência com a Dra. Mariana Silva correu de uma forma bastante orgânica e dinâmica, superando as expectativas da professora-investigadora. A Dra. Mariana fazia questão de questionar os alunos constantemente e tentar manter um diálogo com eles, em vez de ser uma conversa unidirecional e transmissiva.

Para que a conversa fosse mais dinâmica e tivesse os objetivos claros, os alunos prepararam previamente questões para colocar à cientista.

As questões apresentadas pelos alunos foram:

1. *O que aconteceria se introduzíssemos uma planta que já não existe?*
2. *O que aconteceria se uma planta que fosse importante para a cadeia alimentar desaparecesse?*
3. *As plantas terrestres têm a capacidade de captar oxigénio pelas raízes?*
4. *Uma planta pode adaptar-se a um ambiente totalmente diferente?*
5. *Com o aumento do dióxido de carbono atmosférico as plantas teriam maior matéria prima para produzir glicose, isso levaria ao aumento do tamanho das mesmas?*

E um aluno fez a seguinte questão espontânea:

6. *“Estava a pensar, se eu fizesse uma experiência com plantas em que pegaria numa planta da mesma espécie e estariam nas mesmas condições, mas uma teria acesso a água normal e outra apenas a água oxigenada, como é que isso iria afetar o desenvolvimento da planta?”*

Após a análise das questões, a professora-investigadora classificou as questões da seguinte forma:

1. Questões enciclopédias - questões n.º 2 e n.º 3;
2. Questões de relação ou análise - questões n.º 4 e n.º 5;
3. Questões de previsão - questões n.º 1 e n.º 6.

As questões de relação ou análise e de previsão representam questões de questionamento de ordem superior, permitindo inferir que a construção de conhecimento segundo métodos ativos permite aos estudantes um maior desenvolvimento metacognitivo (Bybee, 2006; Loureiro, 2008; Pedeste et al., 2015; Chu et al., 2017)

Ao serem parte tão ativa da conversa e fazerem parte do processo desde o início, os alunos mostraram-se mais interessados e entusiasmados. Houve alunos a comentar que gostaram muito de ter a oportunidade de falar com uma cientista sobre estas questões. Apesar de o tema ser sobre as alterações climáticas e como a biodiversidade das plantas importa, os alunos fizeram perguntas a fugir ao tema, mas a professora-investigadora viu isso como algo positivo: os estudantes estavam a pensar sobre o tema

de uma forma mais autónoma e estavam curiosos, não se focando apenas no “guião pretendido”.

No final da videoconferência, os alunos analisaram o artigo científico já referido e trabalharam em grupo (Gráfico 11) para responder às questões que lhes foram colocadas. No final apresentaram as respostas à turma (Gráfico 12), sem recurso ao *PowerPoint*.

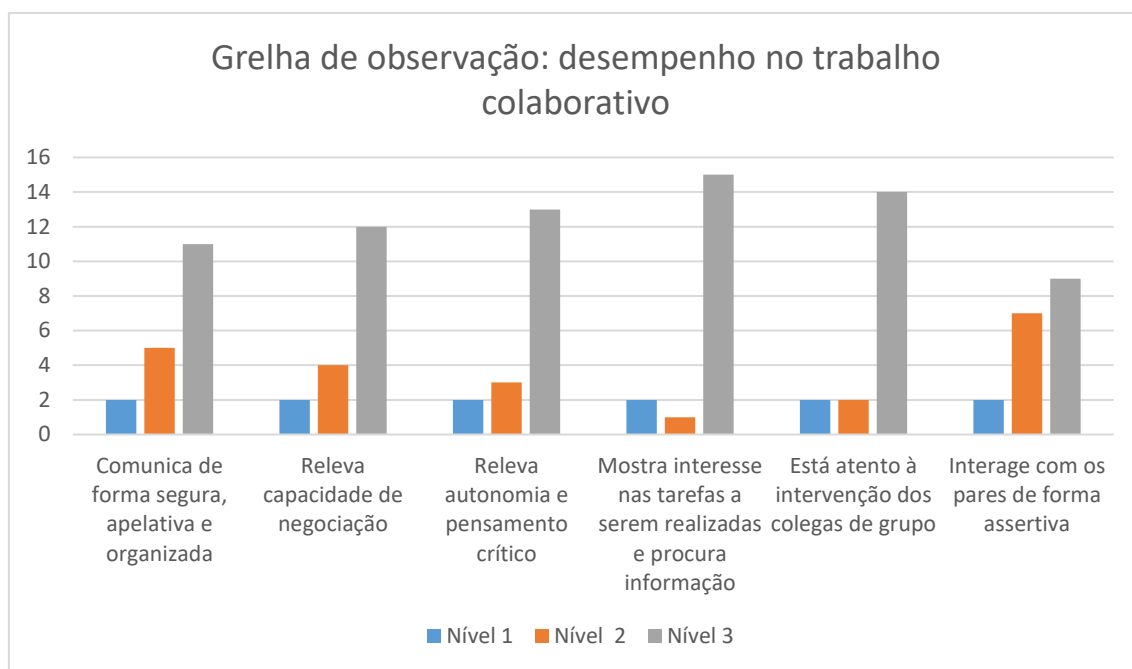


Gráfico 11. Grelha de avaliação sobre o trabalho colaborativo relativo à pós conversa com a Dra. Mariana Silva

Neste trabalho, os alunos mostraram um maior empenho e interesse. Foi possível detetar um maior entusiasmo após a videoconferência e um maior grau de motivação.

O trabalho colaborativo desenvolvido pelos alunos foi melhorando de aula para aula. Mesmo os alunos mais tímidos começaram a participar mais e a mostrar um maior interesse o (Laal et 6 al., 2012; Khalaf, 2018; Johnson & Johnson, 2018).

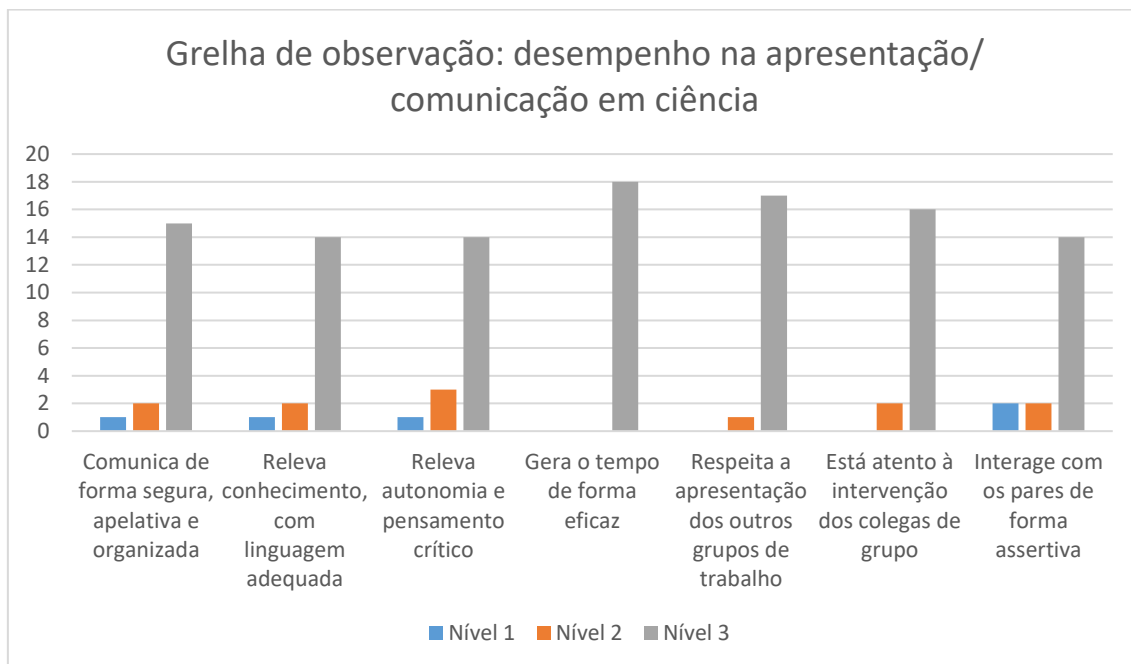


Gráfico 12. Grelha de avaliação relativa às apresentações dos trabalhos após a videoconferência com a Dra. Mariana Silva.

As últimas apresentações dos trabalhos de grupo foram aquelas para as quais se obteve melhores resultados. Um aluno que costumava estar no nível 1, que ao longo do início do ano letivo mostrava muitas dificuldades e desinteresse, no primeiro e segundo parâmetro subiu para o nível 2. Esta melhoria demonstra como a aplicação de metodologias de ensino ativas são eficazes para motivar os estudantes (Vasconcelos et al., 2017).

Os alunos apresentaram os trabalhos com uma linguagem científica cuidada e a usarem os nomes dos conceitos ecológicos de forma correta. Mostraram ter atenção à videoconferência com a Dra. Mariana ao citarem argumentos dados pela mesma durante a conversa.

Um grupo relacionou este tema com a Geologia, fazendo uma boa articulação entre as duas áreas e outro falou da questão dos nutrientes. Os alunos demonstraram uma boa capacidade de interligação de vários saberes e de conexão entre várias áreas científicas (Capachuz, Praia & Jorge, 2002; Bybee 2006; Vasconcelos & Faria, 2017)

7. Reflexões

A leitura das reflexões dos alunos (Anexo 15) foi um momento de grande introspeção pessoal para a professora-investigadora, proporcionando um momento de reflexão

profunda sobre a implementação do PI e do impacto do uso de metodologias de ensino ativas na sala de aula o (Cohen et al., 2018; Hudson et al., 2006).

Em relação ao tema do papel de mulheres cientistas na construção de conhecimento na área da Biologia e Geologia, os alunos referiram que este PI fez com que conhecessem cientistas que antes não conheciam e que refletissem sobre a questão de igualdade de géneros. Alguns alunos referiram que acharam importante abordar este tema e um referiu outras mulheres cientistas que posteriormente investigou. Alguns alunos apontaram, ainda, que se não fosse as limitações colocadas às mulheres cientistas que provavelmente algumas descobertas científicas teriam sido realizadas mais cedo.

Houve alunos que referiram que sentem que aprenderam mais neste tipo de metodologia de ensino ativa, pois as aulas eram mais dinâmicas e eles tinham um papel mais central e presente na construção de conhecimento científico. Este tipo de reflexão por parte dos alunos remete para uma autorregulação de aprendizagem (Fernandes, D. 2020) e comprova como o uso da metodologia escolhida promove um desenvolvimento de competências (a nível de conhecimento, atitudes e capacidades) dos estudantes (Bybee, 2006; Pedeste et al., 2015; Chu et al., 2017; Vasconcelos & Faria, 2017)

No que toca ao trabalho colaborativo, muitos alunos disseram que gostaram de trabalhar de forma colaborativa e, uma aluna que entrou na turma no início do 2.º período, disse que estas aulas foram fundamentais para que ela se integrasse melhor na turma. Muitos referiram que melhoraram a sua capacidade de trabalhar colaborativamente, de comunicar com os colegas e de expressar o que sentem/ pensam/ sabem, evidenciando, assim, a importância do trabalho colaborativo (Laal et al., 2012; Khalaf, 2018; Johnson & Johnson, 2018).

Numa nota final, alguns alunos agradeceram a oportunidade de terem feito a videoconferência com a Dra. Mariana Silva e algumas alunas referiram esse momento como “inspirador”, demonstrando, assim, a importância da representatividade de mulheres cientistas em contexto de sala de aula (Cohen, 2023).

Conclusões

Neste capítulo encontram-se as conclusões sobre o estudo, limitações desta investigação e, finalmente, contributos desta investigação para o desenvolvimento profissional do investigador.

Conclusão sobre o estudo

Os alunos desenvolveram várias competências transversais importantes ao longo do PI, tais como: comunicação em ciência, capacidade de trabalho colaborativo, a autonomia, competências investigativas, desenvolvimento de pensamento crítico e criativo e desenvolvimento de questionamento. Além disso, a construção de conhecimento foi também claramente manifestada durante as apresentações dos trabalhos.

Foi muito gratificante ver alunos que no início eram mais tímidos e não participavam nas aulas a começarem a participar, a querer fazer parte de alguma conversa e a ter maior autoestima e confiança.

Apesar de nem todos os alunos terem demonstrado o mesmo nível de desenvolvimento, de uma forma geral, houve uma melhoria em todos os alunos. É também preciso ter em conta o perfil do aluno antes da implementação do PI e celebrar pequenas vitórias, tais como, um aluno sair do nível 1 e passar para o nível 2.

Ao analisar os resultados da aplicação do PI, é possível concluir que o uso da metodologia EOAC aliada ao trabalho colaborativo funcionou bastante bem com este grupo de alunos (sendo uma amostra de conveniência não é possível generalizar).

De facto, quando os alunos são o centro do processo de aprendizagem e têm um papel ativo dentro da sala de aula, conseguem evoluir e prosperar. Como futura docente, é este o caminho que pretendo construir com os meus futuros alunos.

Limitações desta investigação

Nesta investigação houve algumas limitações que podem ter afetado os resultados de forma negativa.

Primeiramente, foi a primeira vez que os alunos tiveram aulas com algum tipo de metodologia ativa, em especial com o EOAC. No início houve estudantes que diziam que achavam estranho este tipo de aulas ou que não estavam habituados a trabalhar colaborativamente. Na primeira aula houve mesmo uma estudante a oferecer resistência à participação, embora nas aulas seguintes tenha adotado outra postura, tendo acabado por dar um parecer positivo a esta forma de trabalho durante as reflexões.

Além disso, a IP coincidiu com uma altura em que os alunos tinham muitos testes de avaliação e estavam mais cansados, o que se verificou no trabalho de estudo de casos de Geologia.

Por fim, o PI teve menos 100 minutos do que o que seria suposto devido ao teste de avaliação da própria disciplina, mas, este desafio foi ultrapassado com facilidade.

No entanto, ficou perceptível que é necessário adotar uma postura de flexibilidade e adaptabilidade ao longo da carreira de docente (e de investigador) e ao longo do PI foram adotadas estratégias de forma a contornar estas limitações.

Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional

Ao longo deste estudo foi possível refletir e analisar as várias decisões que tomei. Consigo entender que poderia ter feito algumas coisas de forma diferente ou concretizar a intenção de uma forma mais clara. Além disso, deu uma visão realística das dificuldades sentidas ao aplicar este tipo de metodologias em sala de aula, quais os fatores limitantes e os desafios.

Ao longo do PI a atitude reflexiva começou a fazer cada vez mais sentido e a teoria científica analisada anteriormente permitiu uma maior facilidade ao adaptar aos desafios. Sinto que este estudo deu ferramentas emocionais, organizativas e humanas para gerir de melhor forma os desafios futuros de uma escola pública.

O *feedback* dado pelos alunos foi bastante positivo, mas também deu aberturas para entender o que funcionou bem e o que poderia ter funcionado melhor, como por exemplo, a questão de gestão do tempo. Entender a riqueza destas reflexões traduz-se num compromisso contínuo de procurar receber sempre o *feedback* dos alunos e tornar a relação docente-alunos bidirecional o máximo que possível.

Este estudo promoveu uma consciencialização relativamente da importância de utilização de metodologias de ensino ativas em contexto de sala de aula: apesar de exigirem mais tempo e dedicação o resultado é bastante gratificante.

Foi uma experiência bastante enriquecedora e que promoveu vontade de fazer mais este tipo de projetos com os meus futuros alunos. Além disso, incentiva-me a ser uma professora com mais atenção aos alunos, com mais cuidado sobre o contexto dos mesmos e que queira realmente ajuda-los a atingir o seu máximo potencial.

A educação é essencialmente social: quer a sua finalidade quer a sua construção. E este estudo mostrou-me mesmo isso.

Referências Bibliográficas

- Ainiyah, M., Ibrahim, M. & Hidayat, M. (2018). The profile of student misconceptions on
- Alarcão, I. (2001a). Professor-investigador: Que sentido? Que formação? *Cadernos de Formação de Professores*, (1), 21-30.
- Alarcão, I. (2001b). Professor-investigador: Que sentido? Que formação? *Cadernos de Formação de Professores*, 1, 21-30
- Alarcão, I. (2020). *Didática: Que sentido na atualidade?* Revista Cocar, Edição Especial, 8, 11-27. Universidade do Estado do Pará.
- Amado, M. V. (2022). A Problem-Based Learning Approach to Environmental Education Through a Field Trip and a Science Centre Visit. In C. Vasconcelos & C. S. C. Calheiros (Eds.), *Enhancing Environmental Education Through Nature-Based Solutions* (pp. 103-120). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91843-9_8
- Barroso, D. (2013). A importância da planificação do processo ensino-aprendizagem nas aulas de História e Geografia [Master's thesis, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. <https://repositorioaberto.up.pt/handle/10216/71580>
- Batista, I. d., & Nascimento, E. G. (2011). History of Science and Gowin's V: a research in teacher education for acting in early grades of elementary education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Vol. 11 Nº 2, pp. 41-66.
- Becker, F. (1992). O que é o construtivismo? *Revista de Educação AEC*, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15.
- Bogo, M., Regehr, C., Katz, E., Logie, C., & Mylopoulos, M. (2011). Developing a Tool for Assessing Students' Reflections on Their Practice. *Social Work Education*, 30(2), 186–194. <https://doi.org/10.1080/02615479.2011.540392>
- Bybee, R. W. (2006). Scientific Inquiry and Science Teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 1-12). Netherlands: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1>
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação (IIE).

- Chi, S., Wang, Z., & Liu, X. (2021). Moderating effects of teacher feedback on the associations among inquiry-based science practices and students' science-related attitudes and beliefs. *International Journal of Science Education*, 43(14), 2426-2456. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1968532>.
- Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*, 88(5), 707-727. <https://doi.org/10.1002/sce.10144>
- Chu, S. K. W., Reynolds, R. B., Tavares, N. J., Notari, M., & Lee, C. W. Y. (2017). 21st century skills development through inquiry-based learning. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-2481-8>
- Clark, J. S., Porath, S., Thiele, J., & Jobe, M. (2020). Action research. New Prairie Press. <https://kstatelibraries.pressbooks.pub/gradactionresearch/>
- Clark, S., Harbaugh, A. G., & Seider, S. (2019). Fostering adolescent curiosity through a question brainstorming intervention. *Journal of Adolescence*, 75(1), 98-112. <https://doi.org/10.1016/J.ADOLESCENCE.2019.07.007>
- Cohen, J. I. (2023). The Pursuit of Meaning: Placing Biodiversity and Biography at the Center of Biology. *Journal of Education*, 203(2), 442-450. <https://doi.org/10.1177/00220574211026890>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research methods in education (8th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Cosme, A., Ferreira, D., Sousa, A., Lima, L., & Barros, M. (2020). Avaliação das aprendizagens: Propostas e estratégias de ação. Porto Editora.
- Coutinho, C. (2018). Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática. Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C. (2018). Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática. Coimbra: Almedina.
- Coutinho, C. M. Pereira. (2015). Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática. 2ª edição.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009).

da Silva, T., Cardoso, A., Catarina Eng Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, S. R., & - sc, F. (2019). THAYSA STORCHI BERGMANN E A ASTROFISICA: UM ENSINO DE E SOBRE CIÊNCIA A PARTIR DOS ESTUDOS DE UMA MULHER CIENTISTA.

Direção Geral da Educação. (2018a). Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia, 10.º ano. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência.

Direção Geral de Educação (DGE). (2018b). Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais, 7.º ano. Lisboa: Direção Geral de Educação, Ministério da Educação e Ciência. www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf

Direção-Geral da Educação. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Direção-Geral da Educação, Ed.

Direção-Geral de Educação (DGE). (2018a). Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia, 10.º ano. Ministério da Educação e Ciência.

Direção-Geral de Educação. (2018c). Aprendizagens Essenciais de Ciências Naturais, 8º ano. Ministério da Educação e Ciência.

Ennis, R. H. (1987). A Taxonomy of Critical Thinking Dispositions and Abilities.

Ferreira, D. (2005). Construção de instrumentos de observação de práticas educativas: Avaliação diagnóstica comum a Andebol e Basquetebol. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.

Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da Geologia: Aplicações da investigação na sala de aula. Enseñanza de las ciencias, (Extra), 1-5.

Formosinho, J., & Machado, J. (2013). Educação/ Temas e problemas, 12 e 13, pp. 27- 40, A regulação da Educação em Portugal- do Estado Novo à Democracia.

Galvão, C., Freire, S., Faria, C., Baptista, M., & Reis, P. (2017). Avaliação do currículo das ciências físicas e naturais: Percursos e interpretações.

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012). Educational research : competencies for analysis and applications (10th ed.). Pearson Education, Inc.

Grotzinger, J. P., & Jordan, T. H. (2014). Understanding Earth (7ª ed.). Freeman and
Investigação-Acção: Metodologia Preferencial nas Práticas Educativas. Psicologia

- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/J.SUSOC.2022.05.004>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2018). Cooperative learning: The foundation for active learning. In S. M. Brito (Ed.), *Active Learning- Beyond the Future*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81086>
- Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2015). Aspects of Teaching and Learning Science: What students' diaries reveal about inquiry and traditional modes. *International Journal of Science Education*, 37(13), 2113-2146
- Kang, G. Y. (2018). Playing With Digital Tools With Explicit Scaffolding. *The Reading Teacher*, 71(6), 735– 741. <https://doi.org/10.1002/TRTR.1672>
- Khalaf, B. K. (2018). Traditional and inquiry-based learning pedagogy: A systematic critical review. *International Journal of Instruction*, 11(4), 545-564. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11434a>.
- Laal, M., & Laal, M. (2012). Collaborative learning: what is it? *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 491-495. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.092>
- Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 1-12). Netherlands: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1>
- Lévêque, C. (2001). *Ecologia: do ecossistema à biosfera*. Instituto Piaget.
- Loureiro, I. (2008). A aprendizagem baseada na resolução de problemas e a formulação de questões a partir de contextos problemáticos : um estudo com professores e alunos de física e química.
- Machado, E. A. (s.d.). *Participação dos Alunos nos Processos de Avaliação*. Projeto MAIA.
- Moreira, M. A. & Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel*. Editora Moraes.
- Namdar, B. (2018). Teaching global climate change to pre-service middle school teachers through inquiry activities. *Research in Science & Technological Education*, 1-23.
- Olusegun, B. S. (2015). Constructivism learning theory: A paradigm for teaching and learning. *Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66-70.

- Orion, N. (2016). Earth systems education and the development of environmental insight. In *Geoscience Education* (pp. 59-72). Springer, Cham.
- Pinto, R., Torres, J., Moutinho, S., Almeida, A., Vasconcelos, C. (2015) Promover o questionamento junto de alunos de ciências do ensino básico, 11(39):667-675 .DOI: <https://doi.org/10.25755/int.8767>
- Potvin, P., Hasni, A., & Sy, O. (2017). Using inquiry-based interventions to improve secondary students' interest in science and technology. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 262-270. <https://doi.org/10.30935/scimath/9510>
- Praia, C., Grande, P., Verde, C. (2011). A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem. Cidade da Praia, Santiago: Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Price, P. C., Jhangiani, R. S., Chiang, I.-C. A., Leighton, D. C., & Cuttler, C. (2017). *Research methods in psychology* (3rd ed.). <https://opentext.wsu.edu/carriecuttler>
- Rodrigues, I., & Carvalho, A. (2016). *A História da Ciência na sala de aula. Recursos didáticos*.
- sc, F. (2019). THAYSA STORCHI BERGMANN E A ASTROFISICA: UM ENSINO DE
- Silvestre, H. C., & Araújo, J. F. (2012). *Metodologia para a investigação social*. Lisboa: Escolar Editora.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Folke, C. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.
- Trindade, R., & Cosme, A. (2017). Instruir, aprender ou comunicar: Reflexão sobre os fundamentos das opções pedagógicas perspetivadas a partir do ato de ensinar. *Revista Diálogo Educacional*, 16(50), 1031. <https://doi.org/10.7213/1981-416x.16.050.ao01>
- UNESCO Institute for Statistics (UIS) (2010). *Science, Technology and Gender: An International Report*. Global Education Digest 2010. Paris. Montreal.
- Uzoigwe, A. G., Low, W. Y., & Mohd-Noor, S. N. (2017). Women in Science Education: Science and Technology Career. <https://www.researchgate.net/publication/341820816>
- Vasconcelos & C. S. C. Calheiros (Eds.), *Enhancing Environmental Education Through Nature-Based Solutions* (pp. 103-120). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91843-9_8

- Vasconcelos, C., & Faria, J. (2017). Case-based curricula materials for contextualized and interdisciplinary biology and geology learning. In L. Leite, L. Dourado, A. S. Afonso, & S. Morgado (Eds.), *Contextualizing teaching to improve learning: The case of science and geography* (Cap. 14). Nova Science Publishers.
- Wanloh, S., & Nuangchalem, P. (2022). Developing Scientific Explanation of Grade 10 Biology Students through Sociobiological Case-based Learning. In International Online Journal of Education and Teaching (IOJET) (Vol. 9, Issue 3)
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability science*, 6(2), 203-218.
- World Commission on Environment and Development (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. Oxford: Oxford University.
- Young, M. F. D. (2010). *Conhecimento e currículo: Do socioconstrutivismo ao realismo social na sociologia da educação*. Porto Editora.

Anexos

Anexo 1: Autorização dos Encarregados de Educação para a visita de estudo ao IGUP

ATIVIDADE DE ENRIQUECIMENTO CURRICULAR/ VISITA DE ESTUDO

ANO LETIVO 2023/2024

Exmo(a) Sr(a) Encarregado(a) de Educação,

No âmbito do Plano Anual de Atividades, será realizada uma visita ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto, os alunos da turma do 10º B irão realizar uma visita de estudo no próximo dia **25 de Janeiro (5ª feira) de 2024**.

Objetivos da visita:

- Aprender sobre a história da ciência, mais especificamente, da geologia em Portugal e relacionar com o contexto social e político;
- Sensibilizar para o papel de mulheres cientistas, bem como o seu contributo para a evolução do conhecimento nas áreas das geociências em Portugal;
- Compreender a importância dos institutos de geofísica e das estações de sismógrafos para a ciência e sociedade;
- Identificar o contributo da geologia para a mitigação de riscos geológicos e estudo do interior da Terra;
- Compreender a importância das geociências no desenvolvimento da sociedade através de estudos geológicos (exemplo: construção de linhas do metro na cidade do Porto).

Programa da visita:

ITINERÁRIO-

13:30h: Saída da escola;

14:10h: Hora de chegada ao IGUP;

15:30h: Saída do IGUP;

16:20h: Chegada à escola.

O meio de transporte utilizado será o Metro do Porto.

Custo por aluno: apenas o valor do título andante (caso o estudante não tenha o passe mensal).

Nota: Os alunos devem levar calçado confortável, guarda-chuva (caso a meteorologia assim o exija), água e lanche.

Professores participantes: Adriana Lima (professora estagiária), X (professor coordenador), Luís Peixoto (professor estagiário).

A professora responsável

Adriana Lima



Tomei conhecimento da visita de estudo a realizar no dia 25.01.2024 (5ª feira) e autorizo / não autorizo o meu educando _____, aluno(a) nº _____ do 10ºB, a participar na mesma.

Mais declaro serem da minha responsabilidade todos os atos e respetivas consequências, incluindo quaisquer danos, cuja causa lhe possa ser imputada.

Porto, ____/____/ 2024

O(a) Encarregado(a) de educação,

Anexo 2: Grelha de avaliação de trabalho colaborativo



Grelha de observação: Desempenho no trabalho colaborativo

Professora Adriana Lima

Esta grelha serve de apoio nas aulas para registar como os alunos trabalham colaborativamente na execução de tarefas.

Como preencher:

- 1- Nunca;
- 2- Às vezes;
- 3- Quase sempre/ sempre.

Áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO)							
Aluno(a)	Comunicação		Autonomia		Desenvolvimento pessoal e interpessoal		Comentários
	Comunica de forma segura, apelativa e organizada (A, F)	Releva capacidade de negociação (A, F).	Releva autonomia e pensamento crítico (D, F)	Mostra interesse nas tarefas a serem realizadas e procura informação (D, F)	Está atento à intervenção dos colegas de grupo (E, F)	Interage com os pares de forma assertiva (E, F, J)	
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
I							
J							
K							
L							
M							
N							
O							
P							
Q							
R							

Anexo 3: Grelha de avaliação de apresentações/ comunicação em ciência



Grelha de observação: Desempenho na apresentação/ comunicação em ciência

Professora Adriana Lima

Esta grelha serve o propósito de avaliar os alunos durante o trabalho colaborativo e no momento da apresentação dos trabalhos à turma.

Foi feita de acordo com os parâmetros de avaliação da escola.

Esta grelha espelha as competências do documento PASEO.

• **Como preencher:**

1- Nunca;

2- Algumas vezes;

3- Quase sempre/ sempre

	Áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO)							
	Comunicação	Conhecimento	Autonomia		Desenvolvimento pessoal e interpessoal			
Aluno(a)	Comunica de forma segura, apelativa e organizada (A, F)	Releva conhecimento, com linguagem científica (I)	Releva autonomia e pensamento crítico (D, F)	Gere o tempo de forma eficaz (F)	Respeita a apresentação de outros grupos de trabalho (E, F)	Está atento à intervenção dos colegas de grupo (E, F)	Interage com os pares de forma assertiva (E, F, J)	Comentários
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								
I								
J								
K								
L								
M								
N								
O								
P								
Q								
R								

Anexo 4: Declaração de Assentimento Informado e de Consentimento (Comissão de Ética)



Declaração de Assentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para aprendizagem por casos com alunos do 10º ano: O papel das mulheres cientistas na construção do conhecimento em Biologia e Geologia.

Nome da investigadora principal: Adriana Vieira Joaquim Lima

Orientadora científica: Tânia Pinto

Contacto da investigadora principal: : up201306531@fc.up.pt

Olá!

Neste novo ano letivo venho convidar-te para participares num projeto a decorrer nas aulas de Biologia e Geologia. Esta investigação pretende avaliar de que forma a metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos, com foco no trabalho realizado por mulheres cientistas, consegue desenvolver e melhorar competências de índole diversificada, nos alunos, durante as aulas de Biologia e Geologia de 10.º ano de escolaridade. Como tal, a tua participação é fundamental.

Lê a seguinte frase e, se concordares com ela, peço-te que assines abaixo.

Eu, abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato, a confidencialidade, proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendi que a minha participação é voluntária e anónima e que os dados não serão usados para a minha classificação na disciplina de Biologia e Geologia. 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(a) ao grupo de investigação!

A investigadora principal

(Adriana Lima)

Data: ____/____/____



Declaração de Consentimento Informado

Título da investigação: Ensino orientado para aprendizagem por casos com alunos do 10º ano- O papel das mulheres cientistas na construção do conhecimento em Biologia e Geologia

Nome da investigadora principal: Adriana Vieira Joaquim Lima

Orientadora científica: Tânia Pinto

Contacto da investigadora principal: up201306531@fc.up.pt

O estudo irá centrar-se numa intervenção educativa baseada na metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos, nas aulas de Biologia e Geologia do 10.º ano, sobre os conteúdos programáticos: “Estrutura e dinâmica da geosfera” e “Biodiversidade”. Pretende-se averiguar de que forma a metodologia de ensino atrás mencionada consegue desenvolver as competências de índole diversificada, nos alunos, nos domínios referidos, potenciando ainda, um aumento de literacia da história da ciência, com foco no papel das mulheres cientistas. A investigação tem por finalidade contribuir para a aplicação de metodologias que se distanciam do ensino transmissivo tradicional na área das Ciências, potenciando a participação ativa dos alunos e o trabalho colaborativo em contexto de sala de aula.

Eu, o encarregado de educação abaixo-assinado, declaro que:

- Autorizo a participação do meu educando, _____, na investigação acima referida;
- Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador principal acima referido, sobre a investigação supracitada;
- Tive a oportunidade de considerar o objetivo da investigação, fazer as questões que julguei pertinentes e obter respostas de forma satisfatória por parte do investigador principal;
- A participação do meu educando na investigação mencionada incluirá a aplicação de diversos recursos educativos, tais como guião de saída de campo, teste diagnóstico, mapa de conceitos, ficha formativa, *snapshot report*, grelha de observação e teste cognitivo, conduzidos pelo investigador principal;
- Compreendi que a participação do meu educando 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;
- Percebi que é garantido o anonimato para o exterior e a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos e que os dados recolhidos pela *snapshot report* e pela grelha de observação não serão utilizados na avaliação dos alunos;
- 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 encarregado de educação:

A investigadora principal:

Data: ____/____/____

(Adriana Lima)
Data: ____/____/____

Anexo 5: Planificações das aulas

Aula 1 e 2

Ano de escolaridade	10.º
Duração	100 minutos (50 + 50)
Sumário	Realização de teste diagnóstico. Introdução ao projeto de intervenção. Preparação para a visita de estudo ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto
Domínio	Estrutura e dinâmica da geosfera
AE	Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo; Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann); Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados.
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Diagnose, Exposição interativa, Trabalho colaborativo.
Aprendizagens Essenciais Transversais	Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover consciência social para questões relacionadas com igualdade de género; Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera.
Dinamização da aula	30 minutos: Realização da ficha diagnóstica. 20 minutos: Introdução ao PI. 50 minutos: Preparação para a visita de estudo.

Aula 3 e 4

Ano de escolaridade	10.º
Duração	100 minutos (50 + 50)
Sumário	Visita de estudo ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto
Domínio	Estrutura e dinâmica da geosfera
AE	Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo; Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann); Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados.
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Trabalho de campo, Trabalho colaborativo.
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; 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).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera; Reconhecer o trabalho das mulheres cientistas.
Dinamização da aula	1.º momento: chegada ao IGUP; 2.º momento: visita de estudo ao IGUP; 3.º momento: regresso à escola.

Aula 5, 6 e 7

Ano de escolaridade	10.º
Duração	150 minutos (50 + 50 + 50)
Sumário	Apresentação dos trabalhos de grupo sobre a Marie Tharp, relativos à visita de estudo. Início ao estudo de casos de Geologia- "Modelo e dinâmica da estrutura da Terra: um olhar sobre o trabalho desenvolvido por Inge Lehmann, Barbara Romanowicz, Marie Tharp e Donna Blackman."
Domínio	Estrutura e dinâmica da geosfera
AE	Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo; Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann); Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados; 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; 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.
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Trabalho colaborativo, Apresentação, Exposição didática.
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera; Reconhecer o trabalho das mulheres cientistas; Desenvolver capacidades investigativas.
Dinamização da aula	1.º momento: apresentação dos trabalhos à turma; 2.º momento: introdução dos casos de estudo em Geologia e trabalho colaborativo.

Aula 8 e 9

Ano de escolaridade	10.º
Duração	100 minutos (50 + 50)
Sumário	Apresentação dos trabalhos de grupo relativos ao estudo de casos em Geologia. Introdução ao estudo de caso em Biologia- Mulheres cientistas na conservação da Biodiversidade: um olhar sobre o trabalho de Janel Goodall, Sylvia Earle, Krithi Karanth e Wangari Maathai”.
Domínio	Estrutura e dinâmica da geosfera; Biodiversidade
AE	Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo; Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann); Determinar graficamente o epicentro de sismos, recorrendo a sismogramas simplificados; 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; 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; 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 recolhidos em suportes/ambientes

	diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Trabalho colaborativo, Apresentação, Exposição didática.
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera; Desenvolver capacidades investigativas; Reconhecer a importância da conservação da Biodiversidade; Reconhecer o trabalho das mulheres cientistas.
Dinamização da aula	1.º momento: apresentação dos trabalhos à turma; 2.º momento: introdução do estudo de casos em Biologia 3.º momento: estudo de casos através de trabalho colaborativo.

Aula 10 e 11

Ano de escolaridade	10.º
Duração	100 minutos (50 + 50)
Sumário	Estudo de casos em Biologia: trabalho colaborativo.
Domínio	Biodiversidade
AE	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 recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Trabalho colaborativo,
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera; Desenvolver capacidades investigativas; Reconhecer a importância da conservação da Biodiversidade; Reconhecer o trabalho das mulheres cientistas.
Dinamização da aula	Trabalho colaborativo no estudo dos casos em Biologia.

Aula 12, 13 e 14

Ano de escolaridade	10.º
Duração	150 minutos (50 + 50 + 50)
Sumário	Apresentação dos trabalhos de estudo de casos em Biologia. Videoconferência com a Dra. Mariana Silva. Realização de trabalhos de grupo sobre a importância da Biodiversidade das plantas.
Domínio	Biodiversidade
AE	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 recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).
Metodologia	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Casos
Estratégias	Trabalho colaborativo, Apresentação, Exposição didática.
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
Descritores do PASEO	A, B, C e E.
Objetivos	Promover trabalho colaborativo; Relacionar ondas sísmicas com a construção de conhecimento do interior da Geosfera; Desenvolver capacidades investigativas; Reconhecer a importância da conservação da Biodiversidade; Reconhecer o trabalho das mulheres cientistas.
Dinamização da aula	1.º momento: apresentação dos trabalhos à turma; 2.º momento: Videoconferência com a Dra. Mariana Silva 3.º momento: estudo de casos através de trabalho colaborativo, relativos à conversa com a Dra. Mariana Silva e a importância da Biodiversidade das plantas.

Anexo 6: Apresentação de *PowerPoint* como introdução ao tema do PI.



O porque de estudar mulheres na ciência?

Dados mostram que as pessoas associam mais rapidamente homens à ciência do que mulheres;
Para existir uma maior literacia científica e na história da ciência, importa conhecer mulheres cientistas;
Segundo o pilar social nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, a igualdade de gênero é uma meta imperativa na sociedade.

Texto do seu parágrafo

Rosalind Frankl

1920- 1958

Contributo científico: conseguiu fotografar pela primeira vez a molécula de DNA, que permitiu a percepção da sua estrutura em dupla hélice;
Não teve o seu trabalho reconhecido (nem o nome mencionado no artigo que mudava para sempre a perspetiva e o conhecimento sobre o DNA).



Ada Lovelace

1815- 1852

Contributo científico: Considerada a primeira programadora.

Descobriu o primeiro algoritmo a ser processado por uma máquina, sendo a primeira programadora de computadores.



Cecilia Payne

1900- 1979

Contributo científico: Foi a cientista capaz de decodificar a informação dos espectros fotovoltáicos das estrelas.

A interpretação dos espectros é das descobertas da astrofísica mais importantes.

Teve que sair do Reino Unido e emigrar para os USA para conseguir trabalhar em Ciência.



Marie Tharp

1920- 2006

Contributo científico: foi uma geóloga e cartógrafa oceânica.

O trabalho de Marie Tharp foi fundamental para a aceitação da teoria da deriva continental e da tectônica de placas.



Inge Lehmann

1888-1993

Contributo científico: Através de estudos sismológicos, descobriu a existência de um núcleo interno da Terra.

O nome da descontinuidade de Lehmann, que está associada

à transição entre o núcleo externo e o núcleo interno, é em homenagem a Inge Lehmann.



Barbara Romanowicz

1950

Contributo científico: o seu trabalho no ramo da sismologia é bastante importante na comunidade científica.

Participou na implementação de redes sísmicas globais, para monitorizar sismos e estudar a estrutura interna da Terra.



Donna K Blackman

Contributo científico: É geofísica marinha e o seu trabalho é conhecido pela compreensão da tectónica de placas, especialmente em zonas de rifte oceânico.



Jane Goodall

1934- Presente
Contributo científico: É uma primatóloga, tendo feito descobertas de grande relevância sobre os chimpanzés. Atualmente, é das cientistas que mais contribui para a conservação da biodiversidade, com foco especial em vida animal selvagem.



Sylvia Earle

1935- Presente
Contributo científico: bióloga marinha, ficou conhecida pelo trabalho realizado na conservação de vida marinha e proteção da biodiversidade marinha.



Krithi Karanth

1992- Presente

Contributo científico: É uma bióloga, cujo trabalho ficou reconhecido pela contribuição significativa na conservação de vida selvagem e o equilíbrio entre a vida selvagem e as comunidades locais na Índia.

Estuda felinos, tais como, tigres e leopardos.



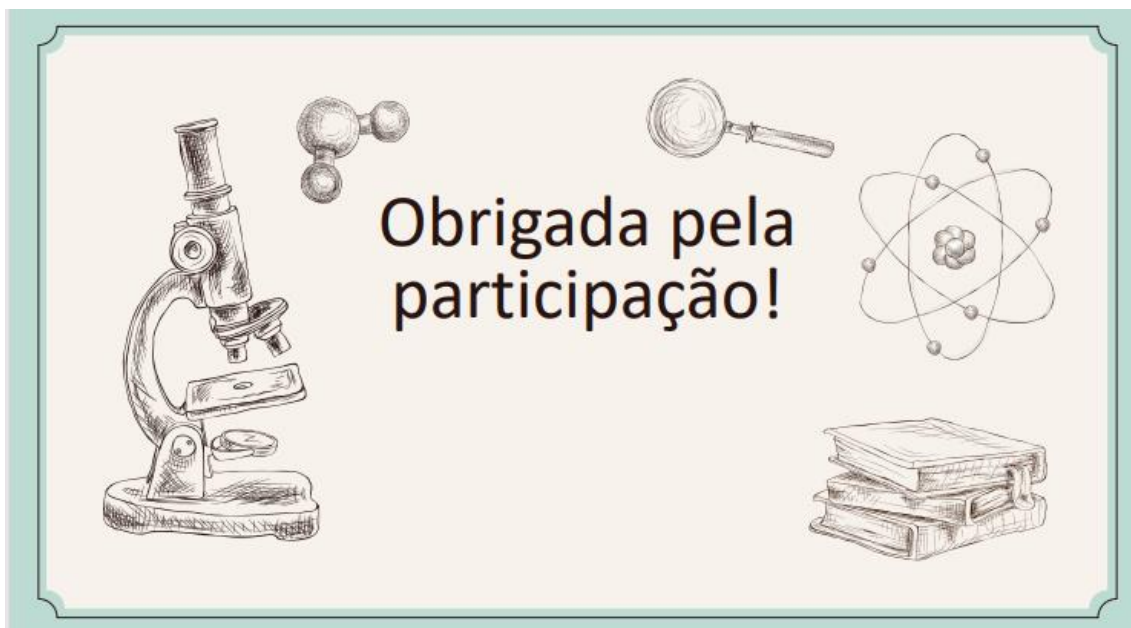
Wangari Maathai

1940- Presente

Contributo científico: É veterinária mas desenvolveu um projeto de reflorestação, o Green Belt Movement.

Analisou como a desflorestação relaciona-se com a pobreza e afeta a geologia e hidrologia.





Anexo 7: Teste diagnóstico



Professora: Adriana Lima

Turma: 10ºB

2024

Nome aluno: _____ N.º: _____

Teste Diagnóstico

Geologia

De acordo com o que aprendeste no 7º ano de escolaridade, responde às seguintes questões.

- 1) Como o interior da Terra pode ser descrito recorrendo a modelos baseados nas propriedades físicas dos materiais ou na sua constituição química.
 - 1.1. O modelo químico da Terra
 - 1.2. O modelo físico da Terra

- 2) Quais os tipos de materiais, a nível de composição química, é constituído o interior da geosfera?

- 3) Comenta a seguinte afirmação “Existem três tipos de descontinuidades no interior da geosfera, que foram comprovadas através de estudos sismológicos”.

Biologia

De acordo com o que aprendeste no 8º ano de escolaridade, responde às seguintes questões:

- 4) Justifica a seguinte afirmação “a célula é a unidade básica de vida”?

- 5) Aponta exemplos de:
 - 5.1. Relações bióticas.
 - 5.2. Fatores abióticos num ecossistema.



- 6) Reflete sobre a importância de proteger a biodiversidade de um determinado ecossistema, tendo em conta todas as formas de vida existentes.

O papel das mulheres na construção de conhecimento científico

- 7) Indica cientistas que conheça. Preenche a tabela abaixo, elencando cientistas (mulheres e homens) cujo trabalho tenha sido relevante, para a Ciência em geral (excetuando nas áreas de Biologia e Geologia).

Cientistas	Área de investigação	Contributo científico

- 8) Preenche a tabela abaixo, elencando cientistas homens cujo trabalho tenha sido relevante nas áreas de Biologia e/ou Geologia.

Cientista (homem)	Áreas de investigação (Biologia/ Geologia)	Contributo científico



- 9) Indica cientistas que conheça. Preenche a tabela abaixo, elencando cientistas mulheres cujo trabalho tenha sido relevante nas áreas de Biologia e/ou Geologia.

Cientista (mulher)	Área de investigação (Biologia/ Geologia)	Contributo científico

Anexo 8:



Biologia e Geologia 10º ano

Professora Adriana Lima

Nome: _____

Turma: _____ Data: ____ / ____ / ____

Elementos do grupo: _____

Guião de saída de campo ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto



Figura 1 Instituto de Geofísica da Universidade do Porto. Fonte:
<https://www.evaoes.pt/especiais/vilanovadegaia/196804/196804/amp/>



Pré-visita

Estação sísmica- aspetos sobre o seu funcionamento

Um sismo é um conjunto de movimentos vibratórios da geosfera causados pela súbita libertação de energia elástica armazenada nas rochas.

Os sismos podem ser classificados como sismos artificiais (causados pelo Homem) e como sismos naturais (vulcânicos, de colapso e os tectónicos).

Os sismos propagam-se sob a forma de ondas sísmicas. Como tal, a energia sísmica dispersa-se a partir do foco sob a forma de ondas sísmicas, em todas as direções.

Existem quatro tipos de ondas sísmicas: Ondas primárias (Ondas P), ondas secundárias (Ondas S), ondas de Love e ondas Rayleigh. As ondas P e as ondas S são ondas de profundidade, ou seja, são ondas que se propagam em profundidade da geosfera além da superfície. Por outro lado, as ondas de Love e as ondas de Rayleigh são ondas que apenas se propagam à superfície terrestre.

As ondas P são as primeiras ondas a serem registadas. São ondas longitudinais. Estas ondas apresentam uma maior velocidade em relação às ondas S e uma menor amplitude. Estas ondas propagam-se em meios sólidos, líquidos e gasosos.

As ondas S são as segundas ondas a serem registadas. São ondas transversais. Estas ondas propagam-se com menor velocidade em relação às ondas P e apresentam uma maior amplitude (são mais destrutivas). Apenas propagam-se em meio sólido.

As ondas de superfície (ou longas) são as ondas de Love e as ondas de Rayleigh, como já referido. Estas ondas propagam-se apenas na superfície terrestre. Resultam de interferências de ondas do tipo P e S. São ondas de grande amplitude e de baixa velocidade. No entanto, como apresentam maior amplitude em relação às ondas P e S, são as mais destrutivas.

Como já deves saber, os sismógrafos são os aparelhos responsáveis por registar as vibrações que ocorrem na geosfera. Os sismógrafos estão geralmente localizados em estações sísmicas, cujo objetivo é monitorizar a atividade sísmica e contribuir para estudos na área da geociência, através da sismologia.

Os registos são nomeados de sismogramas. Com os sismogramas podemos observar os diferentes tipos de ondas sísmicas, obter informações sobre o epicentro, a magnitude das ondas sísmicas e o tempo percorrido entre a perceção de cada onda sísmica. Além disso, é possível tirarmos conclusões sobre o comportamento das ondas, nomeadamente das ondas P e S, relativo à velocidade de propagação. Estes dados que os sismogramas nos fornece são de elevada importância para o estudo do interior da geosfera.

O Instituto de Geofísica da Universidade do Porto situa-se na Rua Rodrigues de Freitas Nº 418, Serra do Pilar, 4430-211 Vila Nova de Gaia.

Coordenadas geográficas: latitude 41° 08' 19" N, longitude 8 ° 36' 09" W, altitude 93,515 metros.



Um pouco de história sobre o Instituto de Geofísica da Universidade do Porto

O Instituto de Geofísica da Universidade do Porto (IGUP) foi inaugurado em 1885 e tinha como principal objetivo a obtenção de dados meteorológicos (Figura 1) para a previsão do estado do tempo. Desta forma, o arquivo meteorológico é constituído por mais de um século de observações. Aquando da inauguração, este instituto era designado por Posto Meteorológico e Magnético da Cidade do Porto, tendo como primeiro diretor o capitão da armada José Ferreira.



Figura 1- Estação meteorológica do IGUP.

Mais tarde a sua denominação foi alterada para Observatório Princesa D. Amélia. Em 1901 o Observatório foi entregue à Academia Politécnica do Porto e em 1911 passou para a dependência da Faculdade de Ciências, a qual pertence até aos dias de hoje.

Com o final da monarquia o Observatório sofre uma nova mudança de nomenclatura, em 1913 passa a designar-se Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, no entanto em 1946 foi renomeado de Instituto Geofísico da Universidade do Porto. Também, no ano de 1946, o IGUP integra a rede nacional de estações meteorológicas do atual Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

No entanto, ao longo do tempo, o IGUP deixou de ter como objetivo de estudo apenas os processos meteorológicos e ficou, também, responsável por realizar investigação na área da Sismologia, Fenologia e Geoeletricidade.

O estudo em Sismologia começou em 1963 quando o governo norte-americano decidiu instalar uma estação sísmica no IGUP, a qual veio integrar uma rede de 125 estações mundiais. World-Wide Standard Seismographic Network.

A estação no Porto era constituída por dois sísmógrafos e o principal objetivo era monitorizar testes nucleares no subsolo, realizados pela antiga União Soviética. Esta



necessidade de vigilância fez nascer uma nova era para a sismologia: a sismologia forense ou sismologia militar.

Hoje em dia a estação sismológica funciona para deteção de atividade sísmica de origem natural e para estudo do planeta Terra, e não para monitorizar eventos nucleares.

Ao longo de toda a história do IGUP só houve uma única mulher cientista a ser diretora!

Sismógrafos: desafios

Desafio 1- fazer em casa.

Procura responder ao desafio proposto. Bom trabalho!

- 1- Analisa os seguintes sismogramas e a respetiva informação tectónica, relativa à zonas onde os sismos foram sentidos.

Sismo de Mafra:

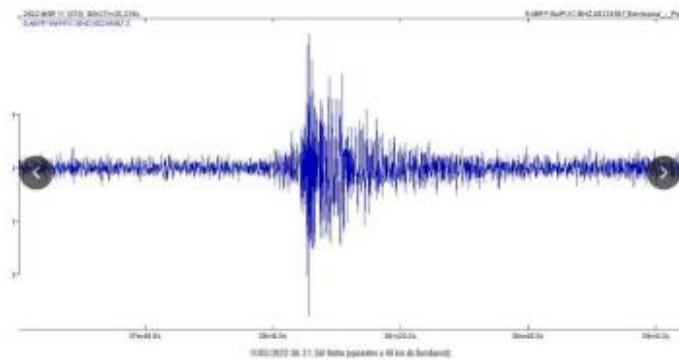


Figura 2- Sismograma do sismo sentido em Mafra. Fonte: <https://clubedegeofisica.aefp.pt/cluberegistros-%C3%A4Dsmicos>



Figura 3- Mapa geográfico do local onde ocorreu o sismo, com informação relativa a placas tectónicas. Maíra está indicada com uma estrela. Fonte: <https://clubedegeofisica.aefp.pt/clubedegeofisica/registos-s%C3%AAdsmicos>

Sismo de Cabo S. Vicente

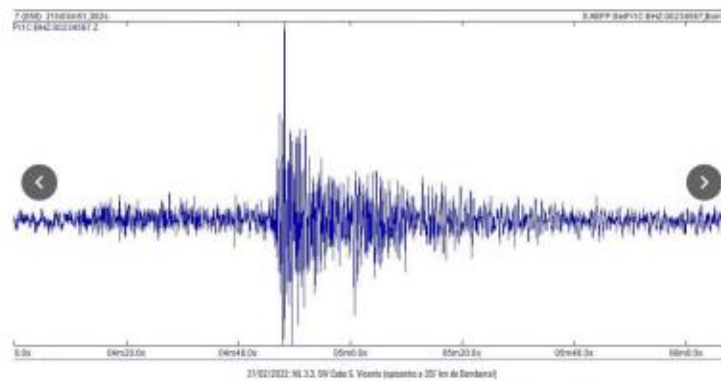


Figura 4- Sismograma do sismo sentido em Cabo S. Vicente. Fonte: <https://clubedegeofisica.aefp.pt/clubedegeofisica/registos-s%C3%AAdsmicos>



Figura 5- Mapa geográfico do local onde ocorreu o sismo, com informação relativa a placas tectónicas. Cabo S. Vicente está indicado com uma estrela. Fonte: https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/earthquake_map.php?id=1101564



Figura 6- Mapa geológico de Portugal. Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Mapa-geologico-simplificado-de-Portugal-com-a-indicacao-da-distribicao-geografica-das_fig2_272174592

2-

a) Qual o sismo que apresenta maior magnitude? Como chegaram a esta resposta?

b) Ao analisar os sismogramas, conseguem tirar conclusões sobre a intensidade dos sismos?



- c) Com análise do mapa geológico de Portugal, que conclusões podem retirar do sismo sentido em Mafra?

Desafio 2:

Barbara Romanowicz é uma sismóloga que se dedica ao estudo do interior da Terra. Pioneira em técnicas de tomografia sísmica global, em que o estudo de sismos fornece informações capazes de mapear a estrutura interna da Terra.

Estes estudos forneceram dados importantes na compreensão na composição e dinâmica do núcleo e do manto.

A tomografia sísmica global é uma técnica que permite mapear as variações tridimensionais na velocidade das ondas sísmicas em todo o planeta.

Em grupo, pesquisem sobre o trabalho desta cientista e que discutam como o estudo da velocidade das ondas sísmicas permite uma maior compreensão sobre o interior da Terra. Tem 15 minutos para realizar esta tarefa!

Tópicos a abordar:

- Materiais de diferentes composições químicas e densidades existentes no interior da Terra;
- Existência de plumas térmicas na base do manto (relembrar a matéria anteriormente lecionada);
- Variação da velocidade das ondas sísmicas com a profundidade e respetiva interpretação desse comportamento;
- Importância do trabalho de Barbara Romanowicz.

No final, cada grupo deverá eleger um porta-voz para dizer as conclusões da atividade á turma.



Figura 7- Barbara Romanowicz

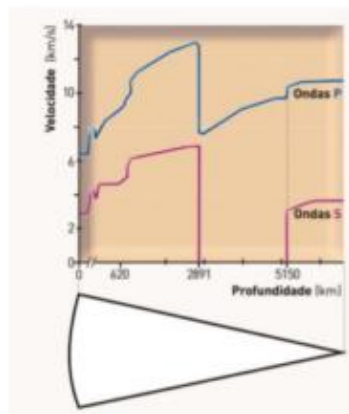


Figura 8- Variação das ondas P e S em profundidade. Imagem adaptada do manual "GeoFoco 10" da editora Areal

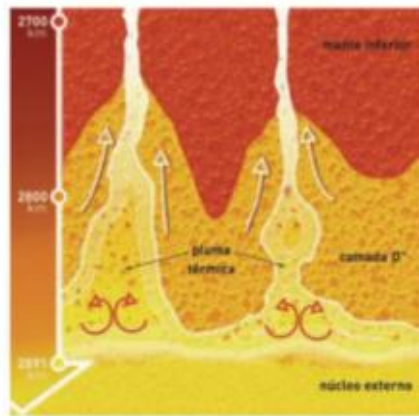


Figura 9- Imagem de pluma térmica na base do manto. Imagem adaptada do manual "GeoFoco 10" da editora Areal

Visita ao Instituto de Geofísica da Universidade do Porto

A visita terá uma duração aproximada de 1h30 min.

Apesar de o IGUP apresentar várias estações de estudos geofísicos, a visita decorre apenas na estação sísmica.

1) Quando foi adquirido o primeiro sísmógrafo no IGUP?

2) Identifica qual o aparelho que se encontram em evidência na figura 10 (página 11).

3) Refere qual a função dos aparelhos da figura 10 (página 11) e dos sensores sísmicos.

4) Menciona qual a função atual da estação sísmológica.



- 5) Indica qual o ramo da sismologia e quais as aplicabilidades do estudo das ondas sísmicas.

- 6) Aponta aspetos relevantes do desenvolvimento tecnológico dos sismógrafos que observaste na visita, ao longo do tempo.

- 7) Indique as diferenças entre sensores sísmicos de grande frequências e de pequena frequência.

- 8) Aponta quem é atualmente responsável pela diretoria do IGUP.

- 9) Que tipos de sismos são identificados pelos sismógrafos?

- 10) Na estação sísmica do IGUP, indica qual o tipo de vibrações da geosfera que os sismógrafos registam diariamente.

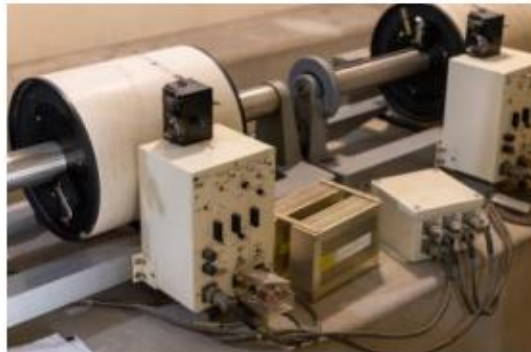


Figura 10

Pós-visita de estudo

1) Desafio “Marie Tharp: um caso de estudo sobre os fundos oceânicos”.

Após a visita de estudo ao IGUP, realiza trabalho com o teu grupo sobre os seguintes tópicos:

- Importância para a sociedade de uma estação sísmica (relacionar com a mitigação de desastres naturais);
- Funcionamento de uma estação sísmica e que dados podemos obter da interpretação de sismógrafos;
- Influência de fatores históricos e sociais na evolução do conhecimento e tecnologia na área da Sismologia, no contexto português;
- Contributo da cientista Marie Tharp para a evolução do conhecimento científico no domínio da Sismologia.
 - Apresentação oral do trabalho no dia 30 de Janeiro;
 - Formato/ suporte: Apresentação multimédia (*PowerPoint*);
 - Tempo máximo para a apresentação oral: 10 minutos;
 - Prazo para efetuar o carregamento do ficheiro multimédia na plataforma *classroom*: 29 de Janeiro.

Grupos de trabalho:

Grupo 1:

X X X X

Grupo 2:

X X X X X

Grupo 3:

X X X X X

Grupo 4:

X X X X

Anexo 9: Guião de trabalho do estudo de caso em Geologia



Professora Adriana Lima

Turma 10ºB

FICHA DE TRABALHO

“Modelo e dinâmica da estrutura da Terra: um olhar sobre o trabalho desenvolvido por Inge Lehmann, Barbara Romanowicz, Marie Tharp e Donna Blackman”.



Modelo e dinâmica da estrutura interna da geosfera

Como já abordado, através do estudo das ondas sísmicas é possível analisar e compreender a estrutura interna da geosfera.

Os dados de propagação das ondas sísmicas fornecem informações que contribuíram, e contribuem ainda, de forma muito significativa para a compreensão do interior da geosfera.

É de elevada importância analisar: i) a velocidade de propagação das ondas sísmicas; ii) como as ondas sísmicas se comportam em diferentes materiais; iii) o trajeto das ondas sísmicas.

Trabalhos de cientistas na área da sismologia contribuíram para o conhecimento da estrutura interna da geosfera, dividindo-a concentricamente em crosta, manto, núcleo externo e núcleo interno (Figura 1).

Ao longo de vários estudos, foi possível criar dois modelos para caracterizar a estrutura interna da geosfera: modelo físico e modelo químico.

O modelo físico corresponde a uma divisão das camadas tendo em conta as características físicas do material rochoso. Por outro lado, o modelo químico divide as camadas tendo em conta as características químicas, ou seja, a composição química do material rochoso.

É, no entanto, importante frisar que a construção do conhecimento do interior da geosfera continua em aberto. O que é muito entusiasmante, na verdade! Isso só significa que ainda há muitas coisas para descobrir, conhecer e compreender.

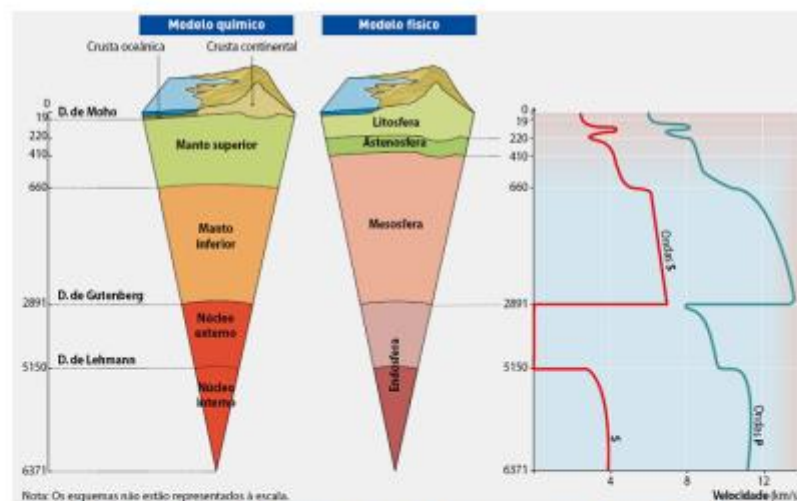


Figura 1- Estrutura interna da geosfera. Representação do modelo químico e do modelo físico.

Fonte: <https://spsleao.blogspot.com/2013/01/geologia-i-estrutura-interna-da-geosfera.html>

Inge Lehmann (Grupo 1)

Inge Lehmann foi uma sismóloga dinamarquesa.

Nasceu em 1888, em Dinamarca. Licenciou-se na Universidade de Copenhaga onde estudou física, matemática, química e astronomia. Começou a trabalhar no ramo da sismologia em 1925, o que era raro na Dinamarca, uma vez que, a atividade sísmica era reduzida. No entanto, devido ao contexto político e histórico deste século, era comum haver partilha de dados provenientes da atividade sísmica, ou seja, sismogramas.

Em 1936 descobriu a existência de um núcleo interno sólido, contrariando a premissa que o núcleo da Terra seria homogêneo e líquido.

Nos anos 50, Lehmann analisava as ondas sísmicas numa perspetiva forense: procurava encontrar evidências de ensaios de bombas.

O seu trabalho contribuiu para a compreensão do funcionamento do campo magnético terrestre, assim como, a sua origem.

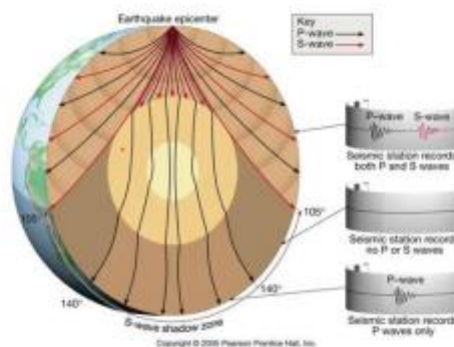


Figura 2- Comportamento das ondas sísmicas ao longo da geosfera. Fonte: <https://pt.geologyscience.com/riscos-naturais/terremotos/ondas-s%C3%A9ismicas/>

Questões:

1. Como Inge Lehmann deduziu a existência de um núcleo interno sólido?
2. Como Inge Lehmann justifica a composição química do núcleo interno?
3. Prevê o que aconteceria se o núcleo interno deixasse de ter movimento de rotação?
4. Que implicações existiriam se o núcleo fosse homogêneo e todo líquido?
5. O trabalho de Inge Lehmann deteta uma falha científica no esquema da Figura 2. Como a explicas?
6. Argumenta se ser mulher afetou de alguma vez o trabalho de Inge Lehmann.



Para responderes a estas questões, visualiza os seguintes vídeos através do *Youtube*:

<https://www.youtube.com/watch?v=w2Tj-8FJFeY>

<https://www.youtube.com/watch?v=nfsNPYxA5ck>

Além de visualizares estes vídeos, utiliza esta ferramenta digital para poderes simular sismos e analisares a propagação das ondas sísmicas.

<https://ds.iris.edu/seismon/swaves/index.php>

Marie Tharp e Donna Blackman (Grupo 2 e 3)

1. Marie Tharp

Marie Tharp foi uma geóloga e matemática que nos anos 50 trabalhava como cartógrafa nos Estados Unidos da América.

Cartografia: ciência responsável por desenhar mapas geográficos. Dados obtidos por estudos geológicos contribuem de forma relevante para a construção destes mapas.

Analisa sismogramas e dados de sondagens do fundo oceânico, o que a levou à interpretação de umas das maiores descobertas científicas: a existência de um rifte gigante ao longo do fundo do Atlântico.

Esta interpretação foi, numa fase inicial, desvalorizada e só passado alguns anos é que teve reconhecimento científico.

Muito da desvalorização do trabalho de Marie Tharp era atribuído ao facto de ser uma mulher cientista.

2. Donna Blackman

Geofísica marinha, Donna Blackman estuda as estruturas e a evolução da crosta oceânica.

Os métodos de estudo utilizados por Donna nos seus estudos englobam sismicidade, sondagens e estudos gravimétricos.

O trabalho de Donna contribui para um maior conhecimento sobre a formação da crosta oceânica, a composição mineralógica da mesma e como esta evoluiu e pode evoluir ao longo da escala de tempo geológico.

Além disso, através do comportamento das ondas sísmicas, há também uma interpretação em relação ao estado de rigidez não só da crosta oceânica mas, também, do manto superior subjacente.

Há, também, uma procura de entender o campo magnético da Terra através do estudo do material da crosta oceânica e do manto superior subjacente, aprofundando estudos sobre a orientação dos minerais tabulares ferromagnesianos presentes neste contexto rochoso.



Questões:

Grupo 2:

1. Que tipos de métodos de estudo do interior da Terra Marie Tharp analisou na sua investigação?
2. Que dados Marie Tharp utilizou para justificar a sua descoberta científica?
3. Relaciona o trabalho de Marie Tharp com a Teoria da Deriva Continental de Wegener.
4. O trabalho de Marie Tharp foi prejudicado pelo facto de ser mulher. Discute esta afirmação com base em vários argumentos.

Grupo 2 e 3:

5. Prevê que aconteceria se não houvesse movimento das placas tectónicas?

Grupo 3:

6. De que forma o estudo das ondas sísmicas ajuda na interpretação do material constituinte da crosta oceânica, manto superior e astenosfera?
7. Quais os contributos do trabalho de Donna Blackman para a compreensão do geomagnetismo da Terra? Fundamenta a tua resposta.
8. O estudo de Donna Blackman pode contribuir para reformular hipóteses de como a Terra será geograficamente daqui a milhões de anos. Comenta esta afirmação.

Para responderes a estas questões, visualiza os seguintes vídeos através do *Youtube*:

Marie Tharp:

<https://www.youtube.com/watch?v=vE2FK0B7gPo>

<https://www.youtube.com/watch?v=BZG4cbDjOEO>

Donna Blackman:

<https://www.youtube.com/watch?v=G4nDcczMoBw>

<https://www.youtube.com/watch?v=8-E4vVzjic8>

Além de visualizares estes vídeos, utiliza esta ferramenta digital para poderes simular sismos e analisares a propagação das ondas sísmicas.

<https://ds.iris.edu/seismon/swaves/index.php>

Barbara Romanowicz (Grupo 4)

Pioneira na utilização de tomografia sísmica global, técnica em que através das ondas sísmicas é possível mapear tridimensionalmente o interior da Terra, contribui significativamente para o conhecimento do interior da Terra.

Barbara utiliza a tomografia sísmica para estudar a zona de transição entre o manto e o núcleo, ou seja, a descontinuidade de Gutenberg.

Com estes estudos, pretende interpretar dados, tais como: composição do material rochoso, estado físico do material rochoso e o grau de rigidez do material rochoso.



As plumas térmicas existentes na base do manto são um tema que capta a atenção de Romanowicz, sendo assim, um objeto de estudo recorrente.

Questões:

1. De que forma a técnica tomografia pode ajudar na interpretação do interior da Terra?
2. Como o trabalho de Barbara Romanowicz contribui para a compreensão das características da astenosfera?
3. Como o estudo de Romanowicz contribui para a compreensão de movimentos horizontais e verticais da litosfera?
4. Qual a importância do estudo das plumas térmicas na base do manto?

Para responderes a estas questões, visualiza os seguintes vídeos através do *YouTube*:

<https://www.youtube.com/watch?v=gtHo3YzIT1k>

<https://www.youtube.com/watch?v=zamCf0v3Prk>

<https://www.youtube.com/watch?v=xFsupYQI22Y>

(vê a partir do min 25 para visualizares a explicação das plumas térmicas).

Além de visualizares estes vídeos, utiliza esta ferramenta digital para poderes simular sismos e analisares a propagação das ondas sísmicas.

<https://ds.iris.edu/seismon/swaves/index.php>

Nota:

Cada grupo terá 15 minutos para a apresentação, que irá ocorrer no dia 1 de Fevereiro.

Devem submeter a apresentação no *classroom* até o dia 31 de Janeiro.

Bom trabalho!

Anexo 10: Guião de trabalho para o estudo de casos em Biologia



FICHA DE TRABALHO

“Mulheres cientistas na conservação de Biodiversidade: um olhar sobre o trabalho de Jane Goodall, Sylvia Earle, Krithi Karanth e Wangari Maathai”.



Biodiversidade e a necessidade de a proteger

A vida ocorre sobre as formas mais surpreendentes, diversificadas, únicas e fluidas que poderíamos imaginar e esta riqueza de espécies diferentes é o que torna a Terra tão única.

A biodiversidade pode ser descrita como a variabilidade de seres vivos existentes em todos os ecossistemas da Terra. A biodiversidade desempenha um papel fundamental no funcionamento dos ecossistemas, mantendo assim, o equilíbrio dos mesmos.

A humanidade depende da Natureza para obter alimento, matéria-prima usada no vestuário, nas infraestruturas, na produção de medicamentos, entre outros bens e, como é lógico, sofrerá consequências da destruição dos ecossistemas.

No entanto, devido às ações humanas, inúmeras espécies vegetais, animais e de microrganismos encontram-se em risco, o que se traduz numa ameaça à vida como a conhecemos e à sobrevivência de espécies, incluindo a nossa.

O equilíbrio da vida foca-se na manutenção de relações bióticas e, por mais que a vida prolifere na Terra, este equilíbrio tende a ser frágil sendo necessário entender como as espécies se relacionam entre si e como uma mudança uma dada espécie afetará as restantes.

Além disso, a variabilidade de espécies torna o nosso mundo único. É urgente criar estratégias para combater a perda da biodiversidade e manter o equilíbrio de todos os ecossistemas.

Quando falamos em relações estabelecidas entre seres vivos, falamos em relações bióticas.

Estas relações podem ocorrer entre seres vivos da mesma espécie- relação biótica intraespecífica-, ou entre seres vivos de espécies diferentes- relação biótica interespecífica.

Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

Os três pilares do Desenvolvimento Sustentável são:

1. Social;
2. Ambiental;
3. Económico.

O conhecimento científico contribui para que uma sociedade se desenvolva de forma mais sustentável e promove a intervenção dos indivíduos como agentes de mudança.

Mas como estes pilares estão interligados entre si?

Como é que as alterações climáticas tem um impacto social e ambiental?

Jane Goodall (Grupo 1)

Jane Goodall nasceu em Inglaterra no ano 1934. É uma primatóloga, que se dedica ao estudo e conservação de chimpanzés.

Desde criança que demonstrava interesse pelos animais e em aproveitar a natureza.



Em 1957 foi a Quénia e conheceu o paleontólogo Dr. Louis Leakey, que propôs uma parceria de investigação no museu de História Nacional. Durante esta parceria, Jane investigou a evolução e origem do *Homo sapiens*, relacionando conhecimentos em evolução, genética e paleontologia.

Após três anos, Leakey decidiu promover Jane devido ao seu trabalho e dedicação, destacando-a para o Parque Nacional de Gombe, na Tanzânia.

Foi aqui que Jane dedicou-se ao estudo de chimpanzés selvagens, que viria a descobrir ser a sua vocação.

Desde descobertas a nível alimentar, relações interpessoais e de utilização dos recursos naturais, Jane através das suas observações mudou para sempre a nossa visão sobre estes animais.

Curiosamente, o trabalho desenvolvido por Jane criou a necessidade de redefinir o significado de ferramenta e de ser humano! Pensava-se que as ferramentas eram objetos construídos pelos seres humanos e atribuía-se a característica de produção unicamente à nossa espécie. Porém, os chimpanzés também possuem a capacidade de construir/ produzir ferramentas através de recursos naturais disponíveis.

Jane Goodall Institute procura proteger os chimpanzés selvagens e conservar o meio ambiente, de forma a proteger não só a vida animal selvagem mas, também, a vida das pessoas das comunidades locais.

Fontes: <https://www.britannica.com/animal/chimpanzee>

<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/04/7-fatos-sobre-jane-goodall-cientista-que-revolucionou-primatologia.html>

Questões:

1. Relaciona o que leste sobre o trabalho de Jane Goodall com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Quais os objetivos que podes selecionar para caracterizar o impacto do Jane Goodall Institute?
2. Que relações bióticas os chimpanzés podem estabelecer?
3. Prevê aconteceria se os chimpanzés deixassem de existir nas florestas da Tanzânia?
4. A ações humanas impactam negativamente os ecossistemas, incluindo as florestas de Tanzânia. Comenta esta afirmação.
5. Que descobertas Jane Goodall fez acerca os chimpanzés?

Para responderes a estas questões, utiliza os seguintes recursos:

<https://janegoodall.org/>

<https://ods.pt/>

<https://www.youtube.com/watch?v=48mxaQtbUdU&t=25s>

<https://www.youtube.com/watch?v=FRIUJEUn0Y>

<https://www.youtube.com/watch?v=c6Ko0Hzi47U>

https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/salvar-chimpanzes-e-descobrir-esperanca-no-caos_3266

https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/chimpanzes-do-uganda-poem-a-prova-o-equilibrio-entre-os-seres-humanos-e-uma-especie-protegida_2530



Sylvia Earle (Grupo 2)

Sylvia Earle nasceu em 1935, nos Estados Unidos da América.

É bióloga marinha e dedica-se ao estudo das algas marinhas.

Earle foi pioneira a usar o modelo *self-contained underwater breathing apparatus* (SCUBA), que é um equipamento desenvolvido com novas tecnologias, que torna a transmissão de oxigénio do tanque de oxigénio para a pessoa muito mais eficaz.

Earle mantém, ainda hoje em dia, o recorde mundial de pessoa que mergulhou em maior profundidade.

Foi a primeira mulher a presidir a Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos (NOAA), na década de 1990.

Participou, com outros cientistas, em iniciativas pioneiras de investigação marinha à base de mergulho, protótipos de submarinos, navios de pesquisa, descrição de espécies novas e construção de mapas tridimensionais do fundo marinho (disponíveis no *Google Earth*).

No decorrer das investigações que Sylvia Earle participava, foi possível concluir que as algas marinhas são a maior fonte de oxigénio atmosférico, através da realização de fotossíntese.

Além disso, foi possível haver a deteção de diminuição de espécies marinhas ao longo dos anos de pesquisa. Esta diminuição de espécies corrobora com a ideia de que os impactos das alterações climáticas já são sentidas nos ecossistemas, alterando o equilíbrio dos mesmos.

Além deste contributo científico, Earle escreveu livros e realizou documentários para promover consciência sobre o impacto negativo da sobrepesca e da poluição dos oceanos no equilíbrio dos ecossistemas.

Fontes: <https://blogdaciencia.com/doutora-sylvia-earle-exploradora-e-cientista/>

<https://greenbond.com.br/bond-da-conservacao-sylvia-earle/>

Questões:

1. De que forma, a sobrepesca pode causar desequilíbrio nos ecossistemas marinhos?
2. Prevê acontecer se houvesse uma extinção das algas marinhas na zona costeira da Califórnia.
3. Justifica de que forma a atividade humana impacta negativamente os oceanos.
4. Como relacionarias o trabalho realizado por Sylvia Earle com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)?
5. Basta uma espécie desaparecer do seu habitat natural para desequilibrar o ecossistema inteiro. Comenta esta afirmação.

Para responderes a estas questões, utiliza os seguintes recursos:

<https://www.amn.pt/Media/Paginas/DetalheNoticia.aspx?nid=4579>

https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/as-lontras-marinhas-prosperam-em-bolsas-costeiras-da-california-ao-alasca-mas-nem-todos-estao-felizes_3637

<https://www.publico.pt/2021/09/30/p3/noticia/florestas-algas-estao-regresso-oceano-pacifico-1979227>

https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/mar-dos-sargacos-um-laboratorio-vivo-mudanca_2192



https://www.nationalgeographic.pt/meio-ambiente/dois-milhoes-quilometros-quadrados-acrescentados-as-areas-marinhas-protegidas-dos-eua_1150

<https://ods.pt/>

<https://www.youtube.com/watch?v=WNdR808jMSA>

<https://www.youtube.com/watch?v=43DuLcBFxoY>

<https://blogdaciencia.com/doutora-sylvia-earle-exploradora-e-cientista/>

<https://ods.pt/>

Krithi Karanth (Grupo 3)

Krithi Karanth nasceu em 1979, na Índia.

Trabalha na área da ecologia, paixão que herdou do pai. Desenvolve o seu trabalho na Índia, em regiões de florestas selvagens, na procura de estabelecer soluções que beneficiem quer os animais selvagens quer as comunidades locais.

Existe, assim, uma conexão geográfica desenvolvida com o trabalho de Krithi.

Apesar de trabalhar na conservação de vida animal selvagem de um modo geral, Karanth foca-se na proteção dos tigres.

Os tigres na Índia estão associados a situações de perigo para os humanos. Como consequência, poucas medidas existem para proteger e a caça aos tigres é, de facto, incentivada.

Através do uso de novas tecnologias, Karanth provoca desenvolver soluções de proteção aos tigres, que também protejam as comunidades locais dos ataques destes animais.

As investigações de Krithi Karanth tem um enfoque na distribuição geográfica das espécies e na extinção das mesmas, no turismo em zonas de vida animal selvagem e consequências do mesmo e na relação entre os animais selvagens e os humanos que habitam zonas de floresta.

No desenvolvimento do seu trabalho como conservadora de vida animal selvagem, Krithi tem um papel ativo na educação e formação de novos cientistas. Além disso, está envolvida em vários projetos de fórum educacional e ecológico, que promovem a conservação de espécies e da biodiversidade.

De forma a promover uma consciência ecológica e ambiental, Krithi participou em vários documentários.

O trabalho de Krithi entra numa categoria de ecoconsciência, uma vez que, tem um foque direcionado na educação dos cidadãos e promoção de políticas que protejam a vida selvagem.

Fonte: <https://explorer-directory.nationalgeographic.org/krithi-k-karanth>

Questões:

1. De que forma o trabalho de Krithi Karanth se relaciona com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)?
2. Os predadores são responsáveis por manter o equilíbrio do ecossistema. Comenta esta afirmação.
3. Prevê como a conservação dos tigres pode beneficiar as comunidades locais em zonas de floresta.
4. Que fatores podem levar aos tigres invadirem as zonas territoriais dos humanos?

5. Comenta a importância de manter a biodiversidade das florestas da Índia, quer a nível social, económico e ambiental.

Para responder a estas questões utiliza os seguintes recursos:

<https://www.nationalgeographic.com/impact/article/kriithi-karanth-explorer-story>

<https://education.nationalgeographic.org/resource/real-world-geography-dr-kriithi-karanth/>

<https://roundglassustain.com/heroes/kriithi-karanth>

<https://ods.pt/>

<https://www.youtube.com/watch?v=OL2c0IT-DM>

Wangari Maathai (Grupo 4)

Wangari Maathai nasceu em 1940, no Quênia.

Foi a primeira mulher a tirar um doutoramento nos países de leste e centrais de África e recebeu um Prémio Nobel em 2014 pelo trabalho desenvolvido através da organização *Green Belt Movement*.

Formada em Biologia Maathai decidiu especializar-se em medicina veterinária, no Reino Unido. No entanto, quando regressou a Quênia para trabalhar na Universidade de Nairobi, observou a relação existente entre desflorestação e pobreza: a pobreza está associada a vulnerabilidades não só sociais mas, também, ambientais.

As investigações de Wangari debruçavam-se nos impactos ambientais da desflorestação e desertificação das florestas do Quênia. No decorrer das investigações foi possível compreender como os solos evoluem nestas situações e como a hidrologia local fica afetada.

Além disso, foi possível observar um impacto social e económico. A exploração dos recursos humanos colocam pessoas que vivem numa área geográfica e social pobre em situações ainda mais vulneráveis. A pobreza é, portanto, um fator de risco.

De forma a combater a desflorestação e empoderar as mulheres, desenvolveu a instituição *Green Belt Movement*, que pagava um ordenado a mulheres rurais para plantarem árvores em zonas de desflorestação.

A implementação deste projeto de restauro de biodiversidade fez com que tenha sido possível a plantação de mais de 40 milhões de árvores!

Fonte: <https://www.britannica.com/biography/Wangari-Maathai>

Questões:

1. De que forma é revolucionário a instituição de Maathai pagar um ordenado a mulheres?
2. O que pode provocar a desflorestação e desertificação?
3. Relaciona desflorestação com a hidrosfera e geosfera.
4. Prevê impactos sociais, económicos e ambientais devido à desflorestação.
5. Relaciona o trabalho realizado por Maathai na conservação de florestas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), selecionando os ODS que sejam mais pertinentes.

Para responderes a estas questões utiliza os seguintes recursos:

<https://www.greenbeltmovement.org/wangari-maathai>



<https://www.nationalgeographic.com/culture/article/in-kenya--the-answer-to-climate-change-may-be-in-the-trees>

<https://www.youtube.com/watch?v=WF-GNL3KfrY>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ic-J6hcSKa8>

<https://www.youtube.com/watch?v=cOfWyCkcSvg>

<https://ods.pt/>

Nota:

Cada grupo terá 15 minutos para a apresentação de trabalho, que irá ocorrer no dia 6 de fevereiro.

Devem submeter a apresentação no *classroom* até ao dia 5 de janeiro.

Anexo 11: Artigo científico fornecido aos alunos

DOI: 10.1590/1413-812320227110972020

273

TEMAS LIVRES
FREE THEMES

Os impactos das mudanças climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão da literatura

The impacts of climate change on Food and Nutritional Security: a literature review

Taís de Moura Ariza Alpino (<https://orcid.org/0000-0001-5045-9483>)¹
Maíra Lopes Mazoto (<https://orcid.org/0000-0001-5650-9402>)¹
Denise Cavalcante de Barros (<https://orcid.org/0000-0001-5016-0844>)²
Carlos Machado de Freitas (<https://orcid.org/0000-0001-6626-9908>)¹

Abstract *The interface between Climate Changes and Food and Nutrition Security (FNS) has been standing out in the sustainable development agenda since the early 1990's. Since then, studies show that climate changes have negative effects on the FNS, aggravated by poverty and social inequality. The purpose of this paper is to perform a review evidencing the relationships between climate changes and FNS. The research was carried out in PubMed using the descriptors "climate change and food security" on the headline, selecting only papers in Portuguese, Spanish, and English languages, and with a direct relation to the themes. The main impacts of climate changes on the FNS were related to the access, production, nutritional quality, and volatility of food prices. The studies also indicated mitigation/adaptation strategies to the effects of climate changes on the FNS, as well as a geographic panorama of the publications with fields of study in Africa and Asia, continents marked by social inequality and poverty. Climate changes affect the dimensions of FNS, especially in poorer populations in situation of social inequality. The relevance of the themes raises concern on the urgency of higher investments in public policies, studies, and research on the subject around the world.*

Key words Climate changes, Food and Nutrition Security, Poverty, Inequality

Resumo *A interface entre as Mudanças Climáticas e a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) tem se destacado na agenda de desenvolvimento sustentável desde o início da década de 1990. Desde então, estudos demonstram que as mudanças climáticas possuem efeitos negativos na SAN, potencializados pela pobreza e desigualdade social. O objetivo deste artigo é realizar uma revisão relacionando mudanças climáticas e SAN. A pesquisa foi realizada na PubMed utilizando os descritores "climate change and food security" na título, selecionando somente artigos em português, espanhol e inglês e com relação direta com os temas. Os principais impactos das mudanças climáticas na SAN foram no acesso, produção, qualidade nutricional e volatilidade dos preços dos alimentos. Estratégias de mitigação/adaptação aos efeitos das mudanças climáticas na SAN também foram apontadas nos estudos, além de um panorama geográfico das publicações com domínio de estudos na África e Ásia, continentes marcados por desigualdade social e pobreza. As mudanças climáticas afetam as dimensões da SAN, especialmente em populações mais pobres e em situação de desigualdade social. A relevância dos temas suscita a presença de maior investimento em políticas públicas, estudos e pesquisas acerca da temática no mundo.*

Palavras-chave Mudanças climáticas, Segurança Alimentar e Nutricional, Pobreza, Desigualdade

¹Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Av. Brasil 4036, Sala 906, Mangueiras, 21041-361 Rio de Janeiro RJ, Brasil. arizatais@gmail.com
²Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fiocruz, Rio de Janeiro RJ, Brasil.

Introdução

Os primeiros estudos sobre os impactos das Mudanças Climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) surgiram na década de 1990 e podem ser divididos em: fase neutra (1994-2005); em que as mudanças climáticas não causariam efeitos negativos na SAN. Acreditava-se que as mudanças climáticas criariam ganhadores e perdedores, mas, ao final, a produção de alimentos "daria conta do recado"; e uma fase negativa (2005 até hoje): aumenta a especulação de que as mudanças climáticas e seus efeitos estão contribuindo para a fome no mundo¹.

O clima no planeta está claramente mudando caracterizado por eventos como: ondas de calor, inundações, secas, aumento do nível dos mares e poluição atmosférica, que afetam a saúde direta ou indiretamente, causando impactos diversos como aumento de doenças respiratórias e transmissíveis, inúmeros danos, doenças e agravos à saúde provocados por desastres, além de óbitos, comprometendo no médio e/ou longo prazo a SAN.

A SAN é definida como a capacidade de garantir a todos acesso a alimentos básicos de qualidade e em quantidade suficiente, sem comprometer as outras necessidades essenciais. Possui quatro dimensões: acesso, disponibilidade, utilização e estabilidade^{2,3}.

Diante deste contexto, estudos afirmam que as mudanças climáticas possuem efeitos negativos na SAN. Estes são influenciados por múltiplos determinantes: pobreza, nível de instrução, desemprego, aumento do preço dos alimentos, acesso deficiente aos alimentos, falta nos direitos à propriedade/terra e trabalho, além do clima/ambiente^{4,5} e dependerão da capacidade de responder e/ou se adaptar ao novo cenário.

O número de eventos extremos, incluindo calor extremo, secas, inundações e tempestades, dobrou desde o início dos anos 1990, com uma média de 213 ocorrências/ano no período de 1990 a 2016⁶. Alguns riscos foram identificados: aumento da variabilidade das precipitações (inundações e secas mais frequentes e extremas) e no escoamento de rios; redução na produtividade das plantações; aumento da temperatura global (1,8°C para 4°C); na composição do solo^{7,8,9} e alterações nos ciclos de vetores de doenças afetando o estado de saúde da população^{10,11,12}. Diante deste novo cenário, alguns cultivos mostram-se mais sensíveis do que outros: o trigo é mais sensível a mudanças de temperatura do que o arroz¹³, por exemplo.

Os efeitos negativos das mudanças climáticas na SAN têm sido especialmente estudados em países em desenvolvimento com evidências da sua contribuição para o agravamento das diferentes formas de má nutrição: desnutrição, deficiências nutricionais e sobrepeso/obesidade. Nos países desenvolvidos o foco é a qualidade e segurança dos alimentos^{14,15}.

As mudanças climáticas podem causar riscos a SAN por meio de reduções na disponibilidade de alimentos, acesso, utilização e estabilidade do sistema alimentar, o que, combinado com a alta demanda, eleva os preços dos alimentos. O sistema alimentar instável, com baixa oferta de alimentos *in natura* e preços elevados, aumenta a busca por alimentos ultraprocessados e processados, que traz à tona uma outra vertente da insegurança alimentar e nutricional: o sobrepeso/obesidade¹⁶. Ou seja, as mudanças climáticas possuem interface com a má nutrição e com a insegurança alimentar e nutricional: desnutrição/deficit nutricional e sobrepeso/obesidade, reforçando a necessidade de políticas públicas intersectoriais que compreendam os determinantes que influenciam as escolhas alimentares da população e suas consequências má nutrição, dando respostas para além do setor saúde¹⁷.

No ano de 2017 registrou-se um aumento de 25% da fome aguda e crónica no mundo em relação aos 2 anos anteriores devido, principalmente, a fatores relacionados ao clima (aumento das secas, por exemplo)¹⁸.

O conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas na agricultura tem expandido significativamente nos últimos 20 anos. No entanto, observa-se uma carência de estudos sobre a interface das mudanças climáticas com a SAN, especialmente em países em desenvolvimento, apontados pela literatura como os mais vulneráveis a tais eventos. Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão da literatura científica, traçando um panorama da relação entre as mudanças climáticas e a SAN, visando contribuir para o alcance dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS)¹⁹.

Metodologia

A pesquisa foi realizada na base de dados PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) no período de agosto a outubro de 2018, utilizando combinação dos descritores: [Climate change and food security] no título.

Considerando que este artigo de revisão tem como objetivo fazer uma primeira aproximação do tema das mudanças climáticas e da SAN nas Ciências da Saúde optamos por utilizar somente o PubMed por este ser a principal base de periódicos e livros do mundo no campo da Saúde Pública/Coletiva.

Os critérios de inclusão foram: (1) somente artigos originais; (2) idiomas português, espanhol e inglês; (3) ter relação direta com os temas estabelecidos. Excluiu-se artigos de revisão, resumos de congressos, monografias, dissertações, teses, capítulos de livro.

Para elaboração da revisão avaliou-se inicialmente os títulos, seguido da leitura dos resumos e, posteriormente, a leitura na íntegra dos estudos. Identificou-se, inicialmente, 38 artigos originais e após leitura dos resumos, excluiu-se 1. Trinta e sete artigos foram lidos na íntegra e 3 foram excluídos por não apresentarem relação direta com os temas definidos. No total 34 artigos foram considerados elegíveis para esta revisão (Figura 1).

Resultados e discussão

Os resultados encontrados foram organizados em 5 (cinco) categorias analíticas: acesso, disponibilidade, utilização, estabilidade e estratégias de adaptação/mitigação. Em seguida, foi organizado um panorama geográfico dos estudos.

Acesso

Acesso é uma das dimensões da SAN e aborda a presença de recursos económicos e físicos, para adquirir os alimentos disponíveis para atender suas necessidades². Quinze publicações^{1,3,11,12,13,14,24}

discutiram como as mudanças climáticas podem causar impactos diretos nas plantações e consequente redução na produção de alimentos. Isso pode afetar o acesso aos alimentos, principalmente pela falta de renda consequente do desemprego dos agricultores que perdem seus animais (pecuária)¹², suas terras e/ou com a redução da produtividade das mesmas^{12,13,19,20,24-26}, pelo aumento dos preços dos alimentos básicos decorrente da queda da produtividade e aumento da demanda^{12,13,20,26}, e, a dificuldade na distribuição e armazenamento da produção^{22,23}.

Fischer *et al.*²⁷ apontam que os preços dos alimentos e as temperaturas irão aumentar concomitantemente e de forma moderada até 2050, afetando negativamente a quantidade, a qualidade e a diversidade dos alimentos consumidos no mundo².

De maneira mais ampla Schmidhuber e Tubiello⁸ discutem conceito de acesso relacionado com a garantia de direitos políticos, económicos, sociais de modo que as populações possam adquirir uma alimentação adequada em qualidade e quantidade nutricional. Assim, unindo fatores e direitos económicos e sociais ao acesso aos alimentos.

Um estudo de caso realizado em Madagascar (África) aponta que os altos níveis de pobreza, infraestrutura precária e falta de apoio financeiro e técnico de agricultores são fatores que os tornam potencialmente mais vulneráveis a riscos climáticos²⁸. Na África do Sul comunidades rurais dependentes da agricultura enfrentam também um risco instantâneo de quebra de safra e perda de gado, e, consequentemente, a fome e a desnutrição aumentam porque a maioria dessas pessoas obtém renda de produtos agrícolas¹⁹.

Sendo assim, o direito à alimentação por meio do acesso não é garantido, especialmente



Figura 1. Esquema representativo da busca de artigos para o estudo.

Fonte: Autores, 2020.

em países com vulnerabilidades socioambientais (países de baixa e média renda que sofrem com maiores efeitos das mudanças climáticas), resultando em múltiplas formas de má nutrição (deficiência de micronutrientes, desnutrição e obesidade) na população^{2,3}.

A desnutrição como resultado da falta de acesso à alimentação é um efeito esperado, porém a obesidade traz para discussão um novo padrão de alimentação, com maior consumo de alimentos ultraprocessados, alimentos com baixo valor nutricional, afetando diretamente a SAN¹⁰.

Disponibilidade

A categoria de disponibilidade foi a que apresentou maior número de publicações: 26 artigos^{1,2,11,22,15,16,18,23,24,25,26,27,43}, sendo que a maioria destes aborda, especialmente, os efeitos diretos e indiretos das mudanças climáticas na produção de alimentos^{1,11,22,15,16,24,25,26,27,43,44}, que variam de região para região, considerando a vulnerabilidade do território e população. Os efeitos diretos são pelas alterações nas condições agroecológicas (aumento da temperatura, da frequência e severidade de eventos extremos, do nível dos rios, das concentrações de CO₂ na atmosfera, erosão nos solos, mudança do ciclo das águas, alterações do ciclo de vetores e pragas)^{16,40,41} que reduzem a produtividade das plantações^{11,23,27} e perda de animais^{15,17,18,19}. Os indiretos afetam a distribuição de renda dos produtores. Discute-se também a relação dos efeitos das mudanças climáticas com o crescimento da população (maior demanda) e menor disponibilidade de alimentos^{24,26}.

A dimensão de disponibilidade corresponde à existência de quantidades suficientes de alimentos de qualidade adequada, fornecidos através da produção do país ou de importações, incluindo ajuda alimentar².

O crescimento populacional e as mudanças nos hábitos alimentares, com destaque para o maior consumo de carne, produtos lácteos e ultraprocessados, aumentaram a demanda por alimentos. No entanto, o aumento de fatores não alimentares, como utilização de biocombustíveis, urbanização, erosão do solo e mudanças climáticas influenciam em potencial a SAN, especialmente a disponibilidade de alimentos²³.

Discute-se ainda os efeitos diretos e indiretos das mudanças climáticas na produtividade agrícola: diretos – variabilidades climáticas (secas e inundações); e, indireta – através de pragas e doenças, aumento médio no nível do mar e mudanças na disponibilidade de água⁴⁰.

Há fortes evidências de que as mudanças climáticas são impulsionadas pelo *El Niño* e desempenham um papel fundamental na diminuição dos rendimentos das plantações, especialmente de arroz, trigo e milho^{1,3,11,15,45,46}. Além disso podem diminuir a área e qualidade das terras cultiváveis, principalmente na África⁴, e afetar a produção de alimentos pesqueiros e a pecuária¹⁷.

A discussão em torno das vulnerabilidades é relevante quando aborda-se a interface entre as mudanças climáticas e a SAN. Países como a África do Sul, que apresentam uma sobreposição de vulnerabilidades (propensão à seca, pobreza, desigualdades sociais, falta de acesso à educação, ausência de políticas públicas, etc.), sofrerão os efeitos das variabilidades climáticas na SAN de forma mais frequente e intensa²¹. Estudos afirmam que toda a África e Sul da Ásia podem sofrer uma redução de 8% na produção de alimentos até 2050².

Uma recente publicação da Lancet⁴⁷ apontou duas formas de má nutrição, desnutrição e obesidade, e, as mudanças climáticas como três pandemias simultâneas que resultam em efeitos na saúde humana. Essas três pandemias representam a Síndrome Global, que afeta a maioria das pessoas em todos os países e regiões do mundo. Por exemplo, os sistemas alimentares não apenas impulsionam as pandemias de obesidade e desnutrição, mas também geram de 25-30% das emissões de gases de efeito estufa, desmatamento, perda de biodiversidade e degradação do solo, fatores estes que influenciam nas mudanças climáticas. Por sua vez, as mudanças climáticas afetam os sistemas alimentares resultando em alterações no consumo e hábitos alimentares e consequentemente na má nutrição e na SAN.

Considerando este contexto, o aumento da desnutrição é maior nos países de baixa e média renda devido à redução na produção de alimentos causada por eventos extremos climáticos. Os países mais ricos, por conta dos processos de urbanização, industrialização acelerada e consequentemente maior emissão de gases de efeito estufa, apresentam maior prevalência de obesidade em comparação com países de baixa e média renda. As mudanças nos hábitos alimentares também devem ser consideradas, como o aumento no consumo de laticínios, carnes e ultraprocessados que, por sua vez, também favorecem a emissão de gases de estufa.

Embora os efeitos diretos das mudanças climáticas na produtividade das culturas sejam amplamente estudados, ainda existem limitações importantes no estudo dos impactos na disponi-

bilidade de alimentos. Primeiro, estes estudos que mapeiam os efeitos negativos das mudanças climáticas nas plantações possuem foco nos principais cereais e algumas raízes e tubérculos. Segundo, os estudos não avaliam os efeitos das mudanças climáticas na pecuária (mudanças na produtividade da pastagem, na qualidade do pasto e na alimentação do gado). Por último, os estudos de plantações são menos precisos para extremos climáticos, que podem ter consequências ainda mais importantes para os rendimentos das culturas²⁵.

Utilização

A utilização foi abordada em 9 artigos^{1,11,14,22,25,27,28,38,39}, focando no efeito das mudanças climáticas sobre o consumo de alimentos, qualidade nutricional e seu valor social. A qualidade nutricional^{11,13,22,38,39} pode ser afetada tanto pela redução nas concentrações de micronutrientes (zinco, ferro, fósforo, potássio, cálcio, enxofre, magnésio, cobre e manganês) em diferentes culturas alimentares, como pela redução da ingestão de frutas, hortaliças, nozes, sementes e peixes, alimentos ricos em nutrientes essenciais para o organismo^{9,11,38,40}.

Embora os impactos na utilização dos alimentos sejam menos estudados, comparado às demais dimensões, estudos sugerem que as mudanças climáticas afetam negativamente a qualidade nutricional dos alimentos¹, o que influencia as condições de vida, o estado nutricional e a saúde dos indivíduos¹.

Myers *et al.*¹¹ sugerem que as mudanças climáticas causam uma redução na produção/coleta de alimentos, incluindo o setor pesqueiro, o que torna milhões de pessoas mais vulneráveis a déficits nutricionais, principalmente os mais pobres, afetando diretamente sua saúde.

Assim como as dimensões anteriores, a utilização contribui para estados de má nutrição (desnutrição, deficiências de micronutrientes e obesidade) e, conseqüentemente, para alterações no crescimento, desenvolvimento cognitivo, sistema imunológico e maior risco de doenças não transmissíveis (hipertensão arterial, diabetes mellitus, câncer), especialmente em grupos vulneráveis como recém-nascidos, crianças menores de 5 anos, lactentes e idosos¹. Crianças em situação de pobreza tendem a ter menor estatura e conseqüências nutricionais severas como resultado das mudanças climáticas no acesso, produção e utilização dos alimentos⁹.

Estudos realizados em Bangladesh e na Índia mostraram que as mudanças climáticas

afetaram a produção e causaram aumento no preço do arroz, situação associada ao aumento de prevalência de baixo peso em crianças, afetando diretamente o estado nutricional¹¹.

Estabilidade

Estabilidade corresponde à garantia de disponibilidade, acesso e uso adequado de alimentos por indivíduos e, portanto, engloba as outras 3 dimensões. Para esta análise optou-se por selecionar os artigos que focaram na volatilidade dos preços dos alimentos.

Esta foi a categoria com menor número de publicações: 6 artigos^{4,5,11,22,28,39}, que discutiram a relação das mudanças climáticas com a redução da produção agrícola e a quantidade de alimentos disponíveis nos sistemas alimentares o que altera os preços dos alimentos (volatilidade)^{4,5,11,27}, especialmente em áreas rurais³⁹.

De maneira geral, os processos de urbanização, o esgotamento dos recursos naturais, ocupação do solo, desmatamentos, mudanças climáticas e desastres naturais são fatores que afetam o acesso, a disponibilidade e utilização dos alimentos, e, por conseqüente, a estabilidade dos sistemas alimentares¹.

As mudanças climáticas afetam a estabilidade de sistemas alimentares pois o clima é um determinante importante nos padrões de produção, oferta e demanda de alimentos, resultando nas variabilidades a curto e longo prazo dos preços, principalmente em populações mais pobres e vulneráveis^{1,17}. Com a ocorrência dos desastres naturais, como as secas e inundações, a produção de alimentos é prejudicada e/ou ainda há uma redução nas áreas cultiváveis, trazendo impactos relevantes para os sistemas alimentares. Cerca de 25% dos impactos econômicos negativos dos desastres recaem sobre o setor agrícola, o que se torna uma ameaça à SAN.

A variabilidade dos preços dos alimentos impacta diretamente as populações mais vulneráveis visto que o gasto com alimentos representa uma maior proporção de sua renda e estes tendem a ter menor capacidade/possibilidade de mudar seus padrões de consumo, forçando-os a consumir alimentos com menor qualidade nutricional. Por outro lado, a queda no preço dos alimentos faz com que pequenos produtores sofram com flutuações significativas em sua renda e tenham menor acesso a tecnologias, infraestrutura e recursos para lidar com a volatilidade dos preços, gerando custos significativos para os sistemas alimentares¹.

A elasticidade do preço dos alimentos associada a falta de estabilidade dos sistemas alimentares como resultados das mudanças climáticas resulta na redução do consumo de todos os grupos de alimentos e, consequentemente, em situações de insegurança alimentar e nutricional, especialmente em populações mais vulneráveis.

Dessa forma, pode-se afirmar que as mudanças climáticas também influenciam na estabilidade do sistema alimentar visto que esta dimensão é transversal às outras três (acesso, disponibilidade, utilização). Esta situação gera maior consumo de alimentos com pouca qualidade nutricional, como os alimentos processados e ultraprocessados, afetando diretamente o estado nutricional dos indivíduos (maior prevalência de sobrepeso/obesidade). Além disso, as alterações na estabilidade causam menor acesso e produção de alimentos (quantidade) ocasionando deficiências nutricionais e desnutrição^{6,47}. Ambas as situações alteram a SAN resultando nas diferentes formas de má nutrição.

Dados recentes demonstram que 672 milhões de indivíduos adultos estão obesos (13,3% do total da população desta faixa etária) e padecem das consequências do excesso de peso. Ao mesmo tempo, 821 milhões de pessoas em todo o mundo estão famintas, enquanto 2 bilhões vivem em situação de severa/moderada insegurança alimentar^{67,61}.

Vale destacar que as mudanças climáticas podem aumentar o número de pessoas com risco de fome em 20% até 2050⁶², o que acarretará o não cumprimento do 2º ODS: "Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável"¹⁸.

A Figura 2 traz os principais impactos das mudanças climáticas na SAN.

Estratégias de adaptação/mitigação

A categoria estratégias de adaptação/mitigação foi a segunda com maior número de publicações, 24 artigos^{63,71,72-75,78,79,84-94,97,98,100-105}.

As estratégias de adaptação/mitigação visam tornar os sistemas alimentares mais resilientes às mudanças climáticas no futuro, a saber: a implementação de políticas públicas⁶³, planos de desenvolvimento agrícola, leis de proteção do mercado, abertura de mercados locais e subsídios agrícolas⁷¹; bem como a manutenção e recuperação dos solos afetados^{72,73,76}; adaptação do plantio aos períodos de precipitação; aumento do uso de irrigação⁷⁴; aumento da variedade e rotação de culturas⁷⁵; utilização de fertilizantes

inorgânicos e da agricultura de baixo carbono; fortificação e biofortificação; manejo de pragas; reflorestamento; inovações tecnológicas (genética, biotecnologia e agronomia) e uso de biocombustíveis^{8,11,22,24,27,28,31,36,41,43,50,53,55}.

A discussão sobre a união das necessidades de adaptação relacionadas à manutenção da produtividade agrícola e da integridade do ecossistema, visando a redução da pobreza, proteção da produção agrícola e dos serviços ecossistêmicos, também se fez presente nos estudos como uma estratégia de adaptação e mitigação (agrossilvicultura)⁹⁴.

Os artigos citam também a necessidade de implementação de sistemas de alerta e alarme e ferramentas de monitoramento eficazes para auxiliar nas tomadas de decisão para proteção da produção agrícola⁷⁸. Somado a isso, aponta-se como necessária a elaboração de planos integrados para prevenção, proteção, resposta e reabilitação das áreas expostas com participação social^{76,79,80}. No entanto, isso requer a sensibilização e capacitação da sociedade civil acerca dos riscos e ações de preparação, resposta e comunicação de risco por meio de práticas educativas e sustentáveis^{81,83,88}.

Lipper *et al.*⁷⁹ apontam a importância de ações coordenadas envolvendo múltiplos atores (agricultores, sociedade civil, pesquisadores, setor privado e gestores) para a construção da resiliência às mudanças climáticas e propõem a implementação da "climate-smart agriculture" (CSA). A CSA é uma agricultura resiliente/resistente ao clima ancorada em práticas agrícolas sustentáveis que visam o aumento da produtividade e da renda, da resiliência dos meios de subsistência e dos ecossistemas e a redução/remoção de gases dos efeitos estufa da atmosfera⁹⁵, contribuindo de forma transversal com os ODS. Segundo a FAO, a CSA é a chave para a SAN frente aos desafios das mudanças climáticas⁹⁶.

A transformação do setor agrícola é urgente e fundamental para a resposta às mudanças climáticas. Segundo a FAO⁹⁷, para isso é necessário o aumento dos investimentos em pesquisas sobre os efeitos das mudanças climáticas na agricultura; no monitoramento de dados/informações climáticas e sistemas de alerta/alarme que permitam a antecipação de ações e redução dos danos (mapeamento, modelos estatísticos, etc.); além de crédito agrícola, disseminação de conhecimento sobre o assunto, envolvimento do setor privado para a implementação de técnicas agrícolas sustentáveis, acesso a seguros agrícolas e organização de cooperativas^{98,99}.



Figura 2. Principais impactos das mudanças climáticas na SAN.

Fonte: Adaptada de Ruten e Ainsworth e Mosip.

É importante destacar que “o combate às mudanças climáticas” é um dos 17 ODS das agendas governamentais até 2030¹⁴.

Considerando as categorias analíticas discutidas acima, elaborou-se um quadro contendo uma síntese dos principais resultados encontrados no presente estudo (Quadro 1).

Locais de estudo

Visando contextualizar o tema no cenário internacional, analisou-se também os locais de publicação dos 34 artigos considerados elegíveis para o estudo (Figura 3).

A Figura 3 mostra que os estudos encontrados foram realizados predominantemente em países da África e Ásia, os 2 (dois) continentes mais populosos do mundo, sendo que alguns artigos elegíveis para o estudo (14 no total) não continham informação sobre localização.

África

O continente africano é o segundo continente mais populoso do mundo, com mais de 60% de sua população vivendo na área rural. É pobre, pouco industrializado e possui baixos índices de

desenvolvimento económico. Suas riquezas representam 1% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial e o PIB per capita gira em torno de US\$ 915,00. Os principais problemas são: fome, epidemias (HIV, principalmente) e conflitos étnicos. Os indicadores sociais também não são bons, com uma população de aproximadamente 40% de analfabetos e uma taxa de mortalidade infantil que chega a 100-200 mil óbitos por cada 1000 nascimentos (a mais alta do mundo). Somado a isso, o continente abriga 1/3 da população mundial em condições de extrema pobreza e 7 dos 10 países com maior desigualdade no mundo estão localizados no continente africano¹⁵.

Com relação a SAN, o Mapa da Fome publicado pela *World Food Programme* (WFP) em 2018¹⁶, apresenta a variabilidade climática como um dos pontos-chave da fome no mundo e traz dados sobre a prevalência de desnutridos na população total (%) no período de 2015 a 2017. Os países africanos que aparecem nas publicações elegíveis para nosso estudo (a maioria localizada na África Oriental) possuem, predominantemente, prevalências classificadas pelo estudo entre moderadamente alta (15-24,9%), alta (25-34,9%) e muito alta (35% ou mais), exceto a Áfri-

Quadro 1. Síntese dos resultados encontrados nos estudos.

Categorias	Artigos relacionados	Total de artigos	Resultados encontrados
Acesso	4,5,11,12,15, 19-28	15	- Falta de renda como consequência do desemprego dos agricultores que perdem seus animais (pecuária), suas terras e/ou com a redução da produtividade das mesmas - Aumento dos preços dos alimentos básicos decorrente da queda da produtividade e aumento da demanda - A dificuldade na distribuição e armazenamento da produção resultando em menor acesso aos alimentos
Disponibilidade	1,5,11,12,15,19, 20-25,28,31-43	26	- Mudanças climáticas afetando diretamente na disponibilidade de alimentos, especialmente no que diz respeito à produção de alimentos - Por meio de alterações nas condições agroecológicas (aumento da temperatura, aumento da frequência e severidade de eventos extremos, aumento do nível dos rios, erosão dos solos, aumento das concentrações de CO₂ na atmosfera, mudança do ciclo das águas, alterações do ciclo de vetores, etc.) que reduzem a produtividade das plantações, como milho, trigo, sorgo e arroz e perda de animais (peixes, gado, porcos e aves domésticas) - Estudos de percepção de populações também discutiram a relação dos efeitos das mudanças climáticas na produção de alimentos, assim como o crescimento da população, maior competição de recursos e maior demanda de alimentos e menor disponibilidade de alimentos por conta das variabilidades climáticas
Utilização	12,15,20,22,25, 27,28,38,48	9	- Mudanças climáticas podem afetar o consumo de alimentos, qualidade nutricional do alimento e valor social do mesmo - A qualidade nutricional pode ser afetada pela redução nas concentrações de diversos micronutrientes (minerais) - Menor ingestão de frutas, legumes, nozes, sementes e peixes que pode ocasionar deficiência de zinco, ferro, vitamina A, vitamina B12, vitamina D3, proteína e ômega 3
Estabilidade	4,5,12,25, 28,50	6	- Relação entre as mudanças climáticas afetando a redução da produção agrícola e a quantidade de alimentos disponíveis no mercado o que, por consequência, aumenta os preços dos alimentos no mercado, especialmente em áreas rurais que tendem a ser mais sensíveis às variações climáticas
Estratégias de adaptação e mitigação	4,5,15,20-25, 28,31,34-39, 41,43,49, 50, 53-55	24	- Implementação de políticas públicas, planos de desenvolvimento agrícola, leis de proteção do mercado, abertura de mercados locais e subsídios agrícolas bem como a manutenção e recuperação dos solos afetados pelas mudanças climáticas - Reduzir as áreas de plantio de certas culturas; plantar variedades de culturas com um período de crescimento mais curto; atrasar o início do plantio de acordo com a precipitação; uso de agricultura de conservação, retirada de resíduos e uso de rotações de cultura; investir em maquinaria adicional para encurtar o tempo de plantio; coleta de água da chuva criando sulcos perto de áreas plantadas; aumentar o uso de irrigação, aumentar os campos de cultura/plantações por meio do uso de espécies não geneticamente modificadas e o aumento a variedade de culturas e a utilização de pastagens visto que estas tem a capacidade de sequestrar os carbonos adicionais da atmosfera e armazenar no solo - Inovações tecnológicas através da genética; biotecnologia; agronomia; uso de biocombustíveis; redução na utilização de fertilizantes e contaminantes; utilização de fertilizantes inorgânicos; utilização da agricultura de baixo carbono; fertilização e biofortificação; sequestro de carbono orgânico; manejo de pragas; rotação de culturas; intensificação de culturas; reflorestamento e irrigação - União das necessidades de adaptação humana e natural relacionadas à manutenção da produtividade agrícola e da integridade do ecossistema (agrosilvicultura) - Sistemas de alerta e alarme, e, ferramentas de monitoramento assim como a elaboração de planos integrados para prevenção, proteção, resposta e reabilitação das áreas expostas através da participação social - Conhecimento, conscientização e comunicação como formas de adaptação às mudanças climáticas através de práticas educativas e sustentáveis

Fonte: Aukoro, 2020.

dia que apresentou uma prevalência classificada como moderadamente baixa (5-14,9%). Isso nos mostra que a SAN é uma importante questão no continente¹⁴.

Pode-se concluir que, apesar de grandes potências mundiais estarem na Ásia, o continente possui uma sobreposição de vulnerabilidades: social, económica e nutricional, dentre outras não apontadas no presente estudo. Esta situação associada com aumento na frequência e intensidade de desastres naturais, um dos efeitos das mudanças climáticas, torna-se uma preocupação. No ano de 2017 a Ásia foi o continente com o maior número de desastres naturais registrados no mundo (40% do total) e com o maior número de mortes (58%). Três dos 5 países no ranking mundial de vítimas fatais de desastres naturais são asiáticos¹⁵.

SAN x pobreza x desigualdade social

A relação entre as mudanças climáticas, pobreza e desigualdade é complexa, multifacetada e específica para cada contexto analisado. Os primeiros estudos surgiram em 2017 quando notou-se que as mudanças climáticas poderiam aumentar a pobreza e aprofundar as desigualdades preexistentes por meio dos seus efeitos adversos na agricultura e na saúde. Atualmente, no entanto, há consenso de que essa relação é caracterizada por um ciclo vicioso que se retroalimenta: a pobreza existente faz com que, por exemplo, as populações desfavorecidas ou mais pobres vivam em áreas mais propensas ou mais expostas a diferentes riscos, incluindo os riscos climáticos (vulnerabilidade geográfica e ambiental), da mesma maneira faz com que esses mesmos indivíduos/grupos em desvantagem sofram desproporcionalmente com os efeitos dos riscos das mudanças climáticas ou sejam mais suscetíveis a eles, visto que possuem menos recursos para manejá-los e para se recuperar frente a estes. Uma vez afetadas, as populações mais pobres ficam ainda mais vulneráveis, exacerbando ainda mais a pobreza e desigualdade social preexistente no local/população e que as fará mais expostas ou mais propensas a novos cenários de risco¹⁶.

Somado a isso, existe também a vulnerabilidade política: grupos menos favorecidos têm menos voz e representatividade e, normalmente, são excluídos das arenas de decisão e, consequentemente, das políticas públicas¹⁷.

Os efeitos na saúde também são importantes nessa discussão: pessoas vivendo em condições de pobreza são mais suscetíveis a doenças que os efeitos das mudanças climáticas ajudam a pro-

pagar, incluindo as relacionadas aos vetores e à água contaminada, além de possuir menos acesso a serviços de saúde¹⁸.

Estudos mostram que as regiões mais pobres são mais severamente afetadas pelas ameaças climáticas do que as ricas. Assim como, pessoas em desvantagem social e demográfica, incluindo aquelas que enfrentam discriminação baseada no gênero, idade, raça, classe, casta, são particularmente mais afetadas pelos efeitos negativos destas. Além disso, fatores como o tipo de ocupação do indivíduo (escolha fortemente influenciada pela sua condição socioeconômica) podem intensificar os efeitos das mudanças climáticas. Exemplo: uma população que vive predominantemente da agricultura e que exerce atividades externas e totalmente dependentes do clima sofrerá mais com os efeitos das mudanças climáticas¹⁹.

Considerando esse contexto, chama a atenção a inexistência de estudos no Brasil sobre os efeitos das mudanças climáticas na SAN, sendo que o país é considerado 1 dos 10 "hotspots" para mudanças climáticas e onde a insegurança alimentar, assim como a pobreza, é considerada um problema de saúde pública, especialmente pelas desigual e inadequadas condições de acesso e distribuição de alimentos para a população^{20,21,22}.

O atual sistema alimentar global impulsiona as más formas de nutrição (desnutrição, deficiências nutricionais, sobrepeso e obesidade) através de maiores emissões de gases de efeito estufa, desmatamento e degradação do solo, perda da biodiversidade, uso massivo de agrotóxicos, todos estes colaborando para as mudanças no clima e no ambiente²³. É por sua vez, as mudanças climáticas causam alterações no acesso, disponibilidade, utilização e estabilidade dos sistemas alimentares afetando o estado nutricional das populações e intensificando as diversas formas de má nutrição²⁴. Esta situação se torna ainda mais grave e preocupante entre os mais vulneráveis a SAN que possuem menor capacidade de adaptação, não somente às variações na produção e preço dos alimentos, como também aos efeitos das mudanças climáticas²⁵.

Vale ressaltar como limitações deste estudo que a escolha de somente uma base de dados, neste caso o PubMed, pode ter resultado em perdas nesta pesquisa em termos de um número reduzido de artigos contemplados e revisados. Diante disso, se faz necessário ampliar os estudos e pesquisas sobre a relação entre mudanças climáticas, más formas de nutrição e SAN.

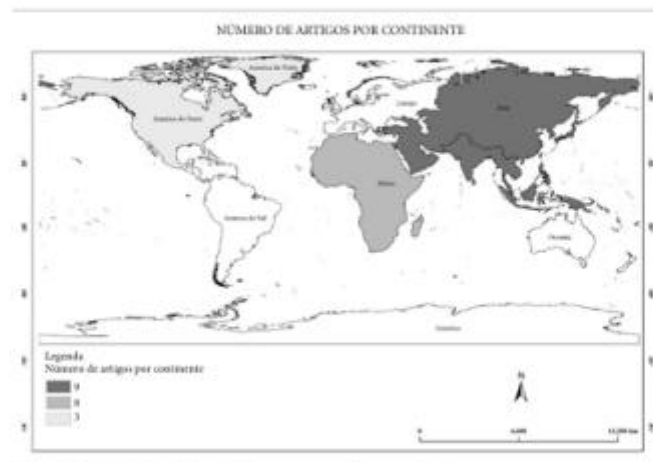


Figura 3. Distribuição das publicações elegíveis para o estudo por continente.

Fonte: Autores, 2020.

ca Ocidental e a África do Sul que apresentam prevalência moderadamente baixa (5-14,9%)⁴⁰. Ou seja, aproximadamente 20% da população africana passa fome por diversas causas, dentre elas os efeitos das mudanças climáticas na produção agrícola do continente.

Pode-se concluir que o continente africano possui uma gama de vulnerabilidades: social, económica e nutricional, dentre outras não apontadas no presente estudo. Sube-se que o risco varia de um local para outro e os impactos também podem ser desproporcionais de um local para outro. Isso se deve, principalmente, pelo fato de os locais apresentarem capacidades diferenciadas para se preparar, responder e se recuperar frente a situações adversas, além de padrões de exposição variados. Ou seja, uma alta vulnerabilidade é potencializada por uma baixa capacidade de enfrentamento/resposta. Considerando esse cenário, faz-se necessário também apontar o elevado número de desastres naturais que afetaram o continente africano nos últimos anos. Dados de 2017 apontam a África como o 3º continente em número de desastres naturais registrados no mundo e o segundo em número

de vítimas fatais por desastres naturais no ano: 1 em cada 5 vítimas fatais de desastres naturais no mundo, são do continente africano⁴¹.

Ásia

A Ásia é o maior continente do planeta e também o mais populoso, com aproximadamente 60% de toda a população mundial. A maioria dos países asiáticos estão em situação de pobreza extrema em contraste a pequenos clãs detentores de grandes riquezas, o que faz da desigualdade social um grande problema no continente.

Dentre os indicadores sociais, é importante destacar que 1 em cada 5 asiáticos é analfabeto e que a taxa de mortalidade infantil do continente chega a 115 no Afeganistão (uma das maiores do ranking mundial). Somado a isso, o continente enfrenta problemas como: mortalidade materna, violência sexual, conflitos armados, emergências de saúde pública.

Os países asiáticos que aparecem nas publicações elegíveis para nosso estudo aparecem no Mapa da Fome⁴², com prevalências de desnutridos na população total entre moderadamente alta (15-24,9%) e alta (25-34,9%), exceto a Índia.

Conclusão

Os resultados do estudo apontam que as mudanças climáticas afetam direta e indiretamente as quatro dimensões da SAN, especialmente em populações mais pobres^{6,10}, e trazem para a discussão estratégias de adaptação/mitigação a esse novo cenário.

Foram considerados elegíveis para o estudo 34 artigos que contemplam a interface mudanças climáticas e SAN, no período de 2004 a 2018, o que gera uma média de 2,2 artigos por ano e chama a atenção para a lacuna existente sobre o assunto na literatura. No entanto, a relevância do tema para a agenda da SAN suscita a premência de políticas públicas de proteção social e incentivo para pesquisas, especialmente nos países mais pobres do planeta que serão os mais afetados. Essas pesquisas devem possuir uma visão holística do problema, com foco na construção de um sistema alimentar mais resiliente/resistente ao clima, e não somente para questões relacionadas à produção agrícola, visto que uma produção suficiente e sustentável de alimentos não garantirá uma população livre da fome, e das formas de má nutrição, como a desnutrição e a obesidade, apesar de resolver parte do problema¹¹.

Chama atenção a ausência de estudos no Brasil, país que sofreu durante décadas com a fome e a desnutrição e que vivenciou progressos em relação à SAN no período de 2004 a 2013 com a implementação de políticas públicas de transferência de renda (Bolsa Família, por exemplo) e políticas públicas de promoção da SAN, que resultou na saída do país do Mapa da Fome em 2014¹²⁻¹⁶. Atualmente o Brasil vive o desmonte de políticas públicas pelo governo federal, além de fortes restrições orçamentárias para essas pastas, retrocessos que podem causar a sua volta para o Mapa da Fome¹⁷.

Conclui-se que os impactos das mudanças climáticas na SAN são reais e constituem um obstáculo ao cumprimento da agenda 2030 em todo o planeta. Diante disso, é urgente a reestruturação do sistema alimentar, do perfil agrícola mundial e uma mudança no perfil alimentar e de consumo da população para o enfrentamento dos efeitos negativos das mudanças climáticas.

Por fim, é necessária a elaboração e implementação de políticas públicas capazes de articular diferentes agendas governamentais, independentemente da arena política no momento, visando garantir o direito humano a uma alimentação adequada e saudável.

Colaboradores

TMA Alpino e ML Mazoto trabalharam na concepção, delineamento, análise e interpretação dos dados; bem como redação, revisão e aprovação da versão a ser publicada. DC Barros e CM Freitas trabalharam na concepção bem como redação, revisão e aprovação da versão a ser publicada.

Anexo 12: Guião de trabalho relativo à videoconferência com a Dra. Mariana Silva



Professora Adriana Lima

F I C H A D E T R A B A L H O

Porque devemos conservar a biodiversidade das plantas?
Uma conversa com Mariana Silva



1º etapa- Preparação da atividade

"Olá! Sou a Mariana e atualmente estou a fazer o doutoramento na universidade de Wageningen, que se situa na Holanda.

Desde a licenciatura em biologia em Aveiro que as plantas me conquistaram. Percebi o quão incrível era o facto de sobreviverem e adaptarem, estando sempre no mesmo ambiente. Decidi especializar-me então em fitopatologia, que é como quem diz, em medicina das plantas. Assim, as plantas têm sido o elo comum da minha carreira, educação, e missão. Espero que consiga transmitir esta admiração pela natureza no dia 6 de fevereiro na aula da professora Adriana

1. Biodiversidade das plantas;
2. Alterações climáticas;
3. Alimentação e medicação.

1. Elaborar e registrar, previamente, as questões para serem colocadas à Dra. Mariana Silva, no dia 6 de fevereiro.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper appears to be a standard notebook page or a sheet of stationery.

2.1. Apontar as respostas às questões previamente colocadas no decorrer da sessão

[illegible]

2.2. Registrar as questões espontâneas colocadas pelos alunos **durante** a conversa com a Dra. Mariana

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2.3. Registrar as respostas às questões colocadas no decorrer da conversa com a Dra. Mariana

[illegible]



2.4. Registar as questões colocadas pela Dra. Mariana durante a sessão

2.5. Registar as respostas às questões colocadas pela Dra. Mariana



3ª etapa- Aplicação de conhecimentos

Desafio:

Após a sessão com a Dra. Mariana, consulta com o teu grupo de trabalho o artigo científico “Os impactos das mudanças climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão da literatura”, do Centro de Estudos e Pesquisas em Emergências e Desastres em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz.

O artigo encontra-se disponível na plataforma *Google classroom*.

De seguida, respondam às seguintes questões:

1. De que modo as alterações climáticas podem afetar a biodiversidade das plantas?
2. Como se pode relacionar a biodiversidade das plantas com a medicação?
3. De que forma a nossa alimentação poderá ser afetada com a perda da biodiversidade das plantas?
4. Qual o valor do trabalho para a sociedade de cientistas na área que a Dra. Mariana Silva faz investigação?

Nota:

Têm 40 minutos para realizar esta proposta de trabalho.

Cada grupo terá 10 minutos para apresentar o trabalho.

Grupos:

Reflexão final:

Faz uma pequena reflexão sobre o que aprendeste ao longo deste módulo das aulas de Geologia e Biologia, nomeadamente:

- conteúdos da matéria que consideraste mais relevantes para a tua formação;
- qual a importância do papel das mulheres cientistas na construção do conhecimento científico;
- exemplos de mulheres cientistas cujo trabalho mais te impressionou;
- aspetos positivos e a melhorar nas atividades que realizaste em grupo de trabalho.

Anexo 13: Trabalhos dos alunos sobre a Marie Tharp, relativos à visita de estudo

Grupo 1

Sismologia

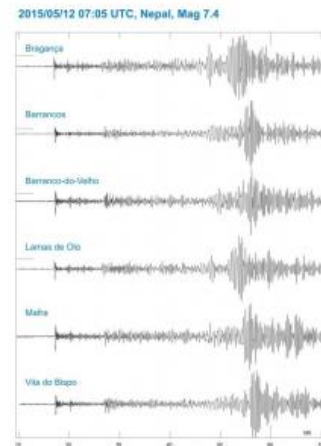
Importância das estações sísmicas

- Na prevenção de desastres naturais: ao conseguirem detectar com alguma antecedência as primeiras ondas sísmicas, logo podem dar um intervalo de tempo para minimizar os estragos e as vítimas;
- Na monitorização da atividade vulcânica;
- Adquirir informação a nível da área da sismologia;
- Segurança e bem-estar da sociedade.

Como funciona uma estação sísmica

Uma estação sísmica é composta por um conjunto de equipamentos, que têm como objetivo monitorizar e registar movimentos sísmicos na crosta terrestre, podendo esses movimentos serem de origem natural ou artificial. Uma maneira de distinguir ambos é a duração registada pelos sismogramas.

A partir de uma estação sísmica é possível obter informações, tais como: a amplitude das ondas sísmicas, a duração do sismo, a profundidade do hipocentro e a magnitude do sismo (corresponde à quantidade de energia libertada pelo sismo).



Fatores históricos e sociais presentes na evolução da área da Sismologia, em Portugal

O sismo de 1755, em Lisboa é o mais conhecido a nível português, e bastante conhecido também a nível Europeu. Pela sua magnitude ter sido tão grande e os danos causados também contribui bastante para o estudo da área da sismologia não só em Portugal. Ajudou a estudar maneiras de conseguir prevenir os danos causados pelos sismos, com por exemplo, construções anti-sísmicas.

O contributo de Marie Tharp para a evolução do conhecimento científico a nível da sismologia

Marie Tharp contribui significativamente para a evolução da área da sismologia ao mapear detalhadamente o fundo do oceano Atlântico. Com esse mapeamento descobriu-se a existência de dorsais oceânicas e apoiou a Teoria da Tectónica de Placas, ao fornecer evidências cruciais para entender a dinâmica das Placas Tectónicas e a sua relação com a atividade sísmica.



Mapa do fundo do Oceano Atlântico

Grupo 2

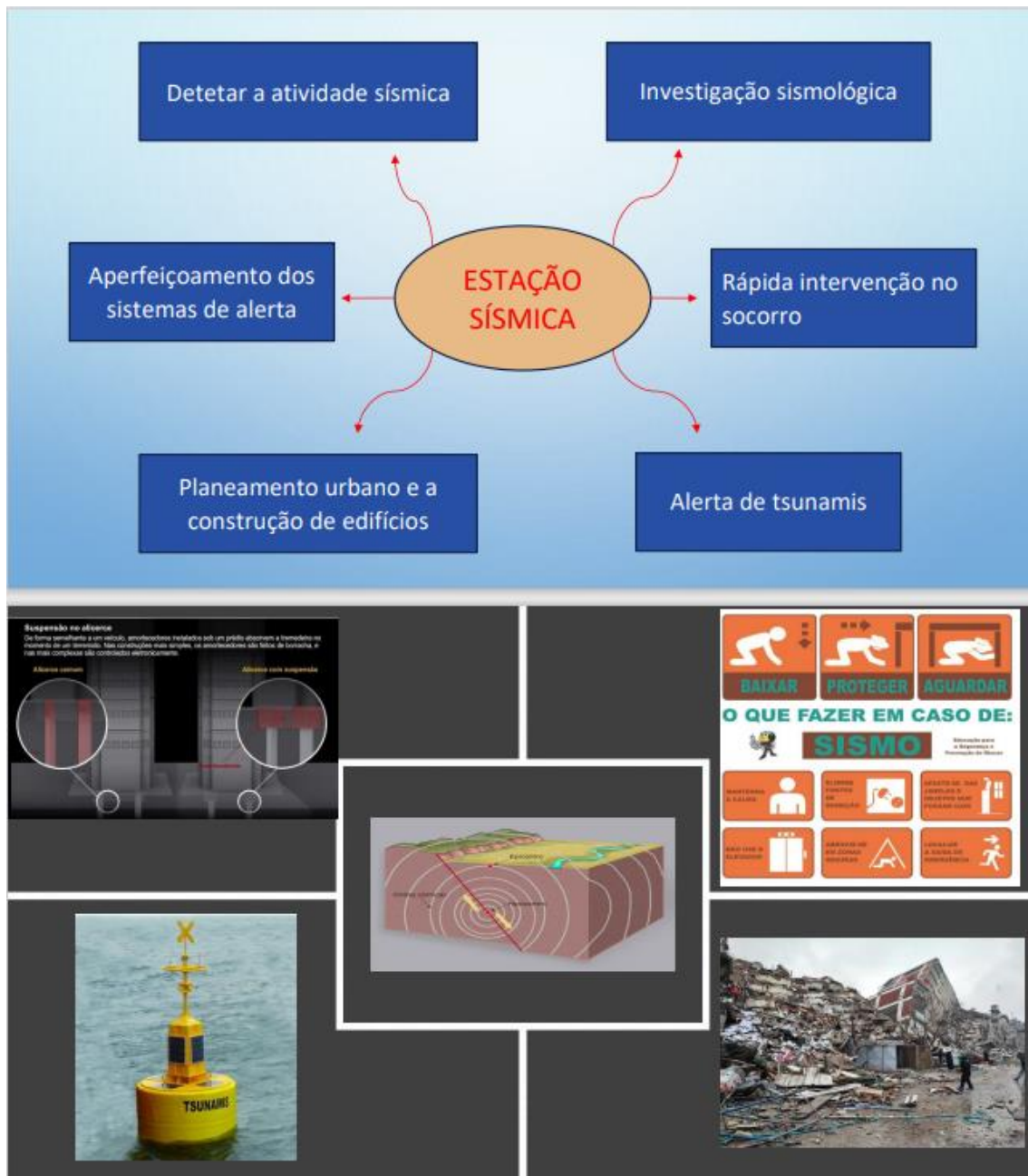


MARIE THARP: UM CASO DE ESTUDO SOBRE OS FUNDOS OCEÂNICOS



IMPORTÂNCIA PARA A SOCIEDADE DE UMA ESTAÇÃO SÍSMICA

Uma estação sísmica desempenha um papel fundamental na prevenção e mitigação de desastres naturais ao fornecer informações antecipadas sobre a atividade sísmica, sendo possível alertar precocemente as pessoas, contribuir para a pesquisa científica, fornecer informações essenciais para a elaboração de leis relativas à construção e ao planeamento urbano de modo a permitir a segurança e o bem-estar de todos.



FUNCIONAMENTO DE UMA ESTAÇÃO SÍSMICA E DADOS OBTIDOS DA INTERPRETAÇÃO DE SISMÓGRAFOS

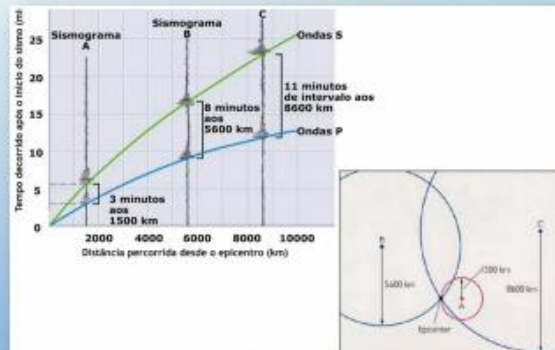
Nas estações sísmicas encontram-se os aparelhos responsáveis pelo registo das vibrações que ocorrem na geosfera, os chamados sismógrafos, que permitem monitorizar a atividade sísmica.

São vários os dados que podemos obter a partir da interpretação dos sismogramas (registos gráficos da atividade sísmica dados pelos sismógrafos).



Interpretação dos sismogramas

- a amplitude, a frequência e a duração das ondas sísmicas;
- o tempo percorrido entre a perceção de cada onda sísmica;
- obter informações sobre a magnitude das ondas sísmicas;
- tipo e a velocidade das ondas sísmicas;
- determinação da distância ao epicentro;
- determinação do epicentro;
- velocidade de propagação das ondas P e S;
- identificação de ruturas e falhas geológicas.



INFLUÊNCIA DE FATORES HISTÓRICOS E SOCIAIS NA EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA NA ÁREA DA SISMOLOGIA NO CONTEXTO PORTUGUÊS

Terramoto de 1755:

Este terramoto provocou muitos danos estruturais em Lisboa e teve também impactos sociais e políticos, o que criou a necessidade de aprofundar o conhecimento científico sobre sismologia.

Desenvolvimento da Sismologia como Ciência:

O terramoto de 1755 também marcou o início do desenvolvimento da sismologia como uma disciplina científica. A curiosidade gerada por esse evento levou a uma investigação mais aprofundada sobre a natureza dos terremotos, promovendo a observação sistemática e o estudo científico.

Instituições Académicas:

A criação de instituições académicas dedicadas à pesquisa científica, nesta área e a criação de Universidades para a formação de profissionais especializados.

Normas de Construção e Prevenção:

As experiências passadas levaram a uma abordagem mais cuidadosa na construção de edifícios e infraestruturas, integrando medidas de segurança para minimizar os impactos de futuros eventos sísmicos.

Educação e Conscientização Pública:

A disseminação do conhecimento sobre sismologia para o público em geral desempenhou um papel crucial na preparação e resposta a eventos sísmicos. (por exemplo: simulacros nas escolas)

Integração Europeia:

A integração de Portugal na União Europeia e a participação em projetos de pesquisa por ela financiados contribuíram para o intercâmbio de conhecimentos e tecnologias.

Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC):

Redes de sensores, sistemas de alerta precoce e modelagem computacional foram influenciados pelos avanços tecnológicos, proporcionando uma compreensão mais profunda dos fenómenos sísmicos.



CONTRIBUTO DA CIENTISTA MARIE THARP PARA A EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NO DOMÍNIO DA SISMOLOGIA

Marie Tharp foi uma geóloga e cartógrafa oceânica, norte americana, notável que permitiu ao Mundo um novo olhar sobre os fundos oceânicos e revelou as extensas cordilheiras que estes tinham, tendo contribuído para o desenvolvimento da teoria da tectónica de placas.

Contributos

MAPEAMENTO DO RELEVO SUBMARINO

Em conjunto com Bruce Heezen criaram mapas do relevo do fundo do oceano, ou seja da topologia submarina com uma precisão nunca antes vista.

INFLUÊNCIA NA OCEANOGRAFIA E GEOFÍSICA

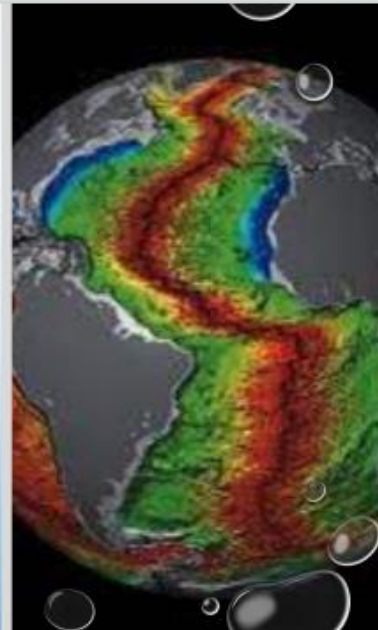
Ela ajudou a estabelecer as bases para a compreensão da dinâmica dos oceanos e da geologia marinha.



Contributos

DESCOBERTA DA CORDILHEIRA MESOATLÂNTICA

Ao analisar os mapas do fundo do oceano, Tharp identificou uma característica geológica importante chamada Cordilheira Mesoatlântica. Esta cordilheira submarina estende-se ao longo do centro do Oceano Atlântico.



Contributos



COMPROVAÇÃO DA DERIVA CONTINENTAL

Os seus mapas mostraram uma faixa de montanhas ao longo do eixo da Cordilheira Mesoatlântica, o que apoia a teoria da deriva continental proposta por Alfred Wegener (comprova a ideia de que os continentes moveram-se ao longo do tempo geológico).

Contributos

CORRELAÇÃO ENTRE ATIVIDADE SÍSMICA E TECTÓNICA DE PLACAS

A partir da análise dos dados sísmicos e dos mapas topográficos do fundo do oceano estabeleceu uma relação entre atividade sísmica e os movimentos das placas tectónicas, o que fortaleceu esta teoria.

RECONHECIMENTO DE RIFTS E FALHAS

Os seus mapas revelaram a presença de rifts submarinos e falhas geológicas que comprovam os processos dinâmicos associados à movimentação das placas.

O estudo dos fundos oceânicos realizado por Marie Tharp (Visita de estudo ao IGUP)

Importância das estações sísmicas para a sociedade

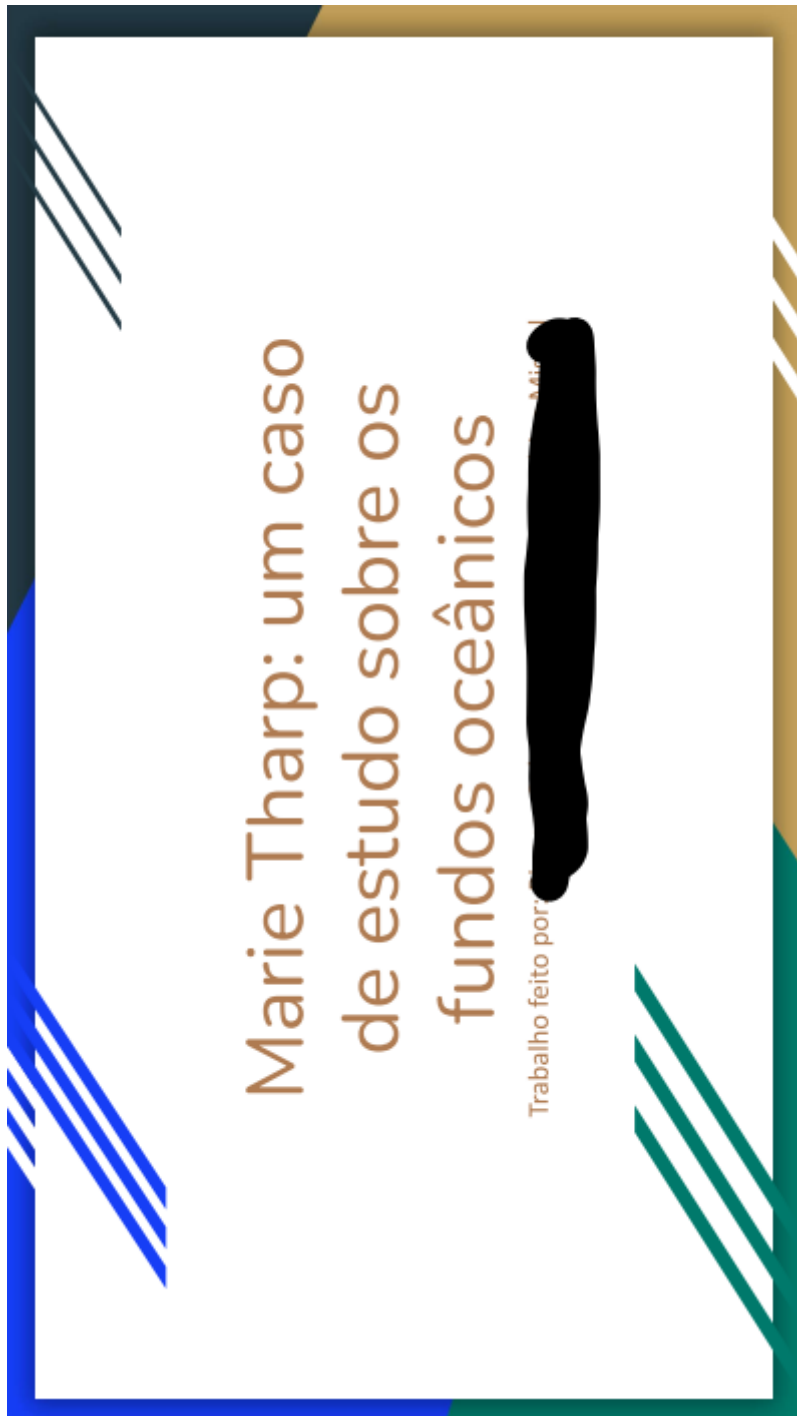
- A existência de estações sísmicas permite-nos realizar um estudo indireto do interior da Terra
- As ondas sísmicas registadas nos sismogramas presentes em estações sísmicas, permitem-nos determinar o epicentro de um determinado sismo (são necessárias pelo menos 3 estações sísmicas)
- Através do estudo dos tempos de chegada dessas ondas a estações sísmicas e as suas velocidades em diferentes meios podemos estudar o interior da geosfera e realizar um modelo físico da sua composição
- O registo de ondas sísmicas também nos podem ajudar na mitigação de desastres naturais, por exemplo, podemos prever a ocorrência de uma erupção vulcânica através do registo de ondas sísmicas, que podem originadas devido à ascensão de magma da câmara magmática, dando algum tempo para a evacuação da população

A contribuição histórica de Portugal para a sismologia

- As medidas tomadas por Sebastião José de Carvalho e Melo, mais conhecido por Marquês de Pombal, após a ocorrência do sismo de Lisboa de 1 de novembro de 1755, contribuíram para o avanço e até mesmo o surgimento da sismologia.
- Foi Marquês de Pombal quem pensou na construção das primeiras construções antissísmicas após o sismo de Lisboa, criando a gaiola pombalina. Foi ele que introduziu a possibilidade de construção deste tipo de construções e hoje em dia podemos ver que existem diversos tipos de estruturas antissísmicas mais avançadas, por exemplo, no Japão.
- Abriu também o caminho para um estudo científico deste tipo de acontecimentos, não se baseando apenas no que o conhecimento religioso afirmava, mas sim num estudo científico do sismo (deu asas à sismologia)
- Por fim, implementou a distribuição de inquéritos pela população, como forma de avaliar os danos causados pelo sismo (intensidade). Ainda hoje é utilizado esse método, como forma de avaliar a intensidade de um sismo segundo a escala de Mercalli modificada.

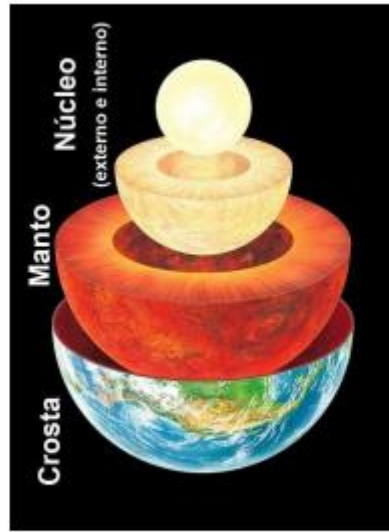
O contributo de Marie Tharp para a sismologia

- Marie Tharp foi uma geóloga e cartógrafa oceanográfica que contribuiu com a criação do primeiro mapa científico do fundo oceânico.
- Esta cientista mesmo sendo conhecida como uma mera secretária conseguiu chegar a uma grande descoberta científica muito importante na geologia em um curto período de tempo, Marie Tharp conseguiu este feito devido á segunda guerra mundial, pois na época os homens foram enviados para a guerra e algumas mulheres ficaram encarregues das funções principais.
- O trabalho feito por Tharp revelou a presença da dorsal médio-atântica e revolucionou o entendimento da deriva continental.
- Graças a esta descoberta, Marie também pode observar um largo sistemas de falhas ao longo destes vales de rifte, que contribuíram para a percepção de como o afastamento de placas devido há presença de um rifte origina atividade sísmica, e como é que a atividade tectónica se relaciona com a ocorrência de sismos.
- Foi graças a Marie que obtivemos o modelo tectónico atual, ou seja o surgimento da Teoria da tectónica de placas.

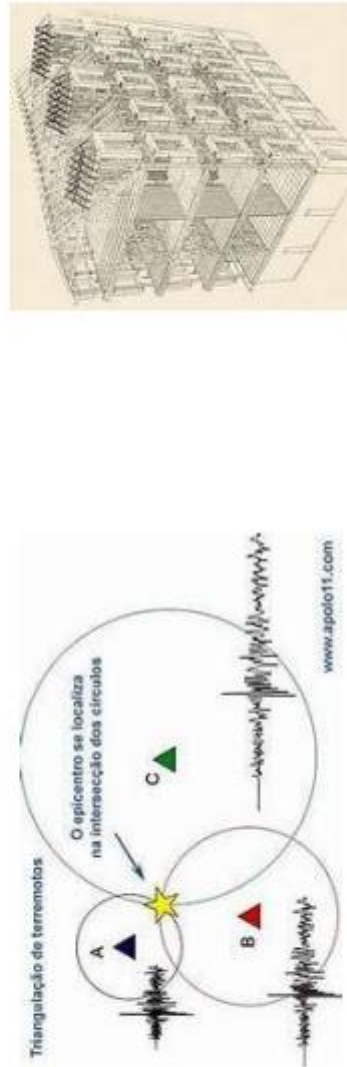


Importância para a sociedade de uma estação sísmica

- É importante monitorizar sismos e prevenir a população dos mesmos de forma a reduzir mortes e estragos e também alertar para a ocorrência de tsunamis.
- Através das redes sísmicas (várias estações que trabalham em conjunto para a recolha e análise de dados sísmicos) obtemos informação importantíssima para o conhecimento do interior da Terra. Com estas informações conseguimos, como já foi referido nas aulas, ter um estilo de vida mais sustentável pois podemos descobrir recursos naturais e mais fontes de energia sustentável.



- Para o epicentro de um sismo ser localizado são necessárias 3 estações sísmicas. Com a localização dos epicentros conseguimos ter uma perceção da sismicidade da zona, fator importante para a população e o seu estilo de vida.



- Outra forma em que a sismologia nos influencia é no planeamento urbano obrigando-nos a procurar novas formas de construção de infraestruturas mais resistentes aos abalos e também na segurança pública pois ao sabermos da ocorrência destes desastres, criamos medidas de segurança e proteção.

Funcionamento de uma estação sísmica e que dados podemos obter da interpretação de sismógrafos

- Como sabemos, uma estação sísmica é composta por vários componentes que, em conjunto, detetam e registam sismos:

Sismógrafo: instrumento principal que mede as ondas sísmicas e as registam em sismogramas;

Sismograma: registo gráfico do movimento sísmico num período de tempo mostra a sua amplitude e a duração das ondas assim como a sua ordem de chegada, entre outras informações como o tipo de sismo ou a sua localização aproximada através da triangulação;

Três aparelhos: registam o movimento das ondas em função de três eixos.



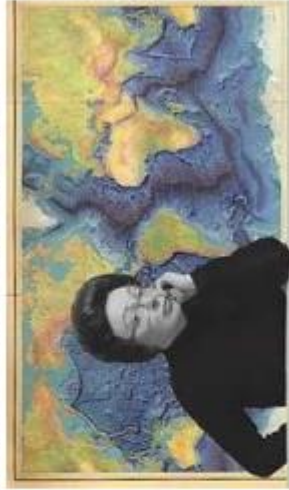
Influência de fatores históricos e sociais na evolução do conhecimento e tecnologia na área da Sismologia, no contexto português

- O tempo e a sociedade onde vivemos contribui bastante para o conhecimento científico e tecnológico que temos. Um dos grandes impulsionadores do descobrimento na área da sismologia foi o terramoto de 1755 e de 1969 pois fez com que as pessoas pensassem e se questionassem do porquê de tal desastre ter acontecido e então começaram à procura de respostas. Com o passar do tempo e com a evolução tecnológica, foi possível obter cada vez mais respostas e conhecimentos geológicos.



Contributo da cientista Marie Tharp para a evolução do conhecimento científico no domínio da Sismologia

- Marie Tharp foi um grande contributo para o conhecimento científico pois dedicou grande parte da sua vida ao conhecimento do fundo dos oceanos. Através dos seus estudos baseados na utilização de sonares e registos sísmicos, foram apoiadas teorias como a Teoria da Deriva Continental e a Teoria da Expansão dos fundos oceânicos.



- Estas teorias comprovam que a Terra é geodinâmica e está em constante movimento no seu interior. Desta maneira, o ramo da sismologia evoluiu significativamente.

Anexo 14: Trabalhos realizados pelos alunos sobre o estudo de casos em Biologia

Grupo 1



Biografia:

- Nasceu a 13 de abril de 1934, na Inglaterra.
 - É primatóloga (estuda primatas)
 - Dedicou-se ao estudo de animais selvagens, pois já tinha interesse por animais desde criança.
 - Desde descobertas a nível alimentar, relações entre eles, entre outros.
 - Escrever aquilo do documentário acerca dela
-

Chimpanzés

- Seres vivos relacionados com os humanos
 - Habitats: Florestas tropicais e savanas da África equatorial
 - Alimentação: frutos, bagas folhas, flores, sementes, ovos de pássaros, insetos e alguma carne de animais mortos
 -
-

1. Relaciona o que leste sobre o trabalho de Jane Goodall com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Quais os objetivos que podes selecionar para caracterizar o impacto do Jane Goodall Institute?

Jane Goodall é uma renomada primatóloga e conservacionista, conhecida pelo seu trabalho pioneiro com chimpanzés no Parque Nacional de Gombe, na Tanzânia, e por seu comprometimento com a conservação e sustentabilidade.

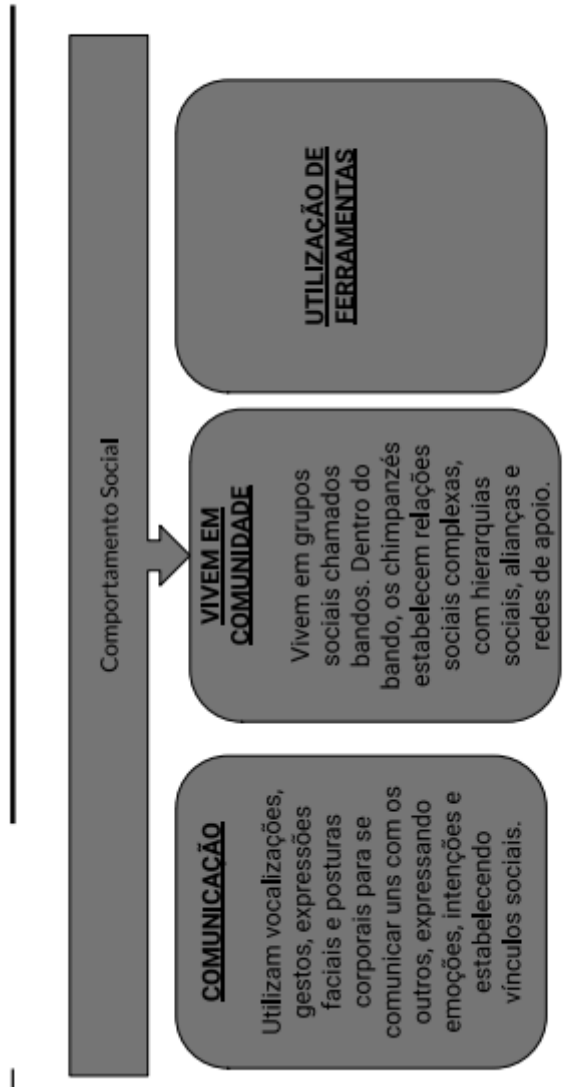
O trabalho do Jane Goodall Institute (JGI), fundado por Goodall contribuiu para vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, nomeadamente:

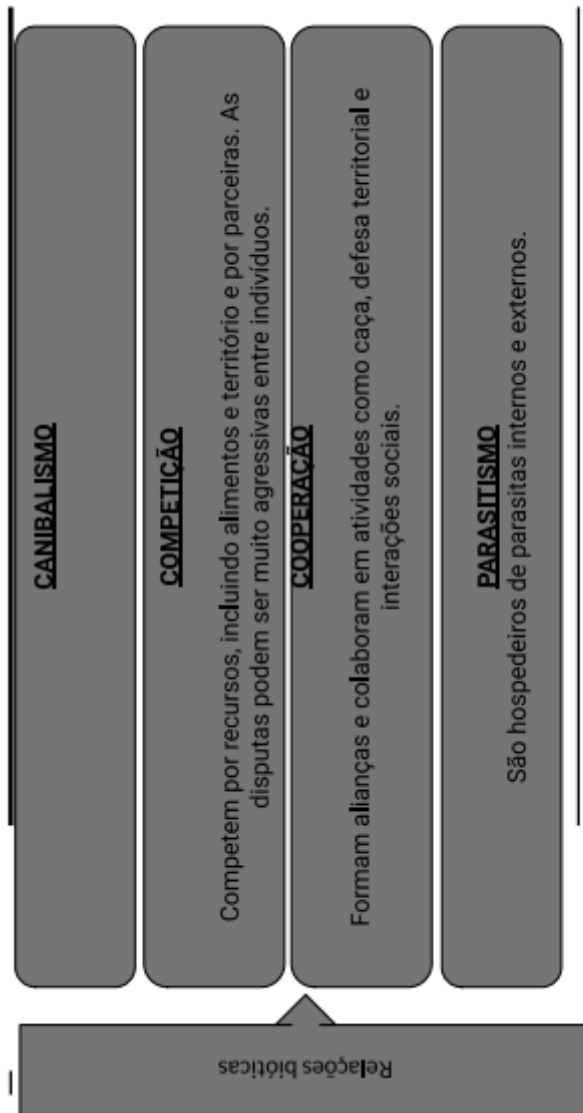
ODS 4: Educação de Qualidade - Assegurar Educação Inclusiva, Equitativa e de Qualidade	O JGI está envolvido em programas educacionais para comunidades locais, especialmente focados na conscientização ambiental, conservação e bem-estar animal. Esses esforços contribuem para a promoção da educação de qualidade e sensibilização ambiental.
ODS 10: Redução das Desigualdades - Reduzir a Desigualdade Dentro dos Países e Entre Eles	Os programas do JGI muitas vezes envolvem comunidades locais, visando reduzir desigualdades socioeconômicas e proporcionar benefícios sustentáveis para as pessoas que dependem dos recursos naturais.
ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis - Assegurar Padrões de Consumo e Produção Sustentáveis	O JGI promove práticas sustentáveis em comunidades locais, incentivando o consumo e a produção responsáveis reduzindo a pressão sobre os recursos naturais e promovendo uma abordagem mais equilibrada no uso da terra.

ODS 13: Ação contra a Mudança Global do Clima - Tomar Ação Urgente para Combater a Mudança do Clima e Seus Impactos	O trabalho de conservação do JGI também aborda questões relacionadas à mudança climática. A proteção de florestas e ecossistemas naturais é essencial para mitigar os efeitos da mudança climática.
ODS 15: Vida Terrestre - Proteger, Recuperar e Promover o Uso Sustentável dos Ecossistemas Terrestres	O seu trabalho está ligado à conservação da biodiversidade e dos ecossistemas terrestres (proteção dos habitats naturais, incluindo florestas e uso sustentável da terra).
ODS 17: Parcerias para as Metas - Fortalecer os Meios de Implementação e Revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável	O JGI trabalha em parceria com governos, ONGs, comunidades locais e outras partes interessadas para alcançar seus objetivos de conservação e sustentabilidade, destacando a importância das parcerias para o alcance dos ODS.

2. Comportamento social e relações bióticas estabelecidas pelos chimpanzés

- vivem em comunidade (bandos)
 - inteligência no uso de ferramentas naturais a seu favor
 - comunicação
 - canibalismo
 - competição
 - cooperação
 - comensalismo
 - parasitismo
-





3. Prevê o que aconteceria se os chimpanzés deixassem de existir nas florestas da Tanzânia?

4. As ações humanas impactam negativamente os ecossistemas, incluindo as florestas da Tanzânia.

Num ecossistema os seres vivos e o meio ambiente estão em equilíbrio. No entanto esse equilíbrio pode ser quebrado devido a fatores naturais e à ação humana, provocando a morte de várias espécies e modificando as condições ambientais de um determinado local.

O ser humano é o principal responsável pelas alterações negativas que os ecossistemas têm sofrido ao longo dos anos. Infelizmente as suas ações afetam a biodiversidade, os ciclos naturais e a qualidade ambiental não só a nível local mas têm impactes a nível mundial.

4. As ações humanas impactam negativamente os ecossistemas, incluindo as florestas da Tanzânia.

As causas que interferem no equilíbrio dos ecossistemas são: a exploração excessiva de recursos naturais (pesca intensiva, caça furtiva, captura e comércio de animais, desflorestação), alteração e destruição de habitats (devido ao crescimento das cidades, das zonas industriais, campos de cultivo intensivo, aos incêndios e à erosão dos solos), introdução de espécies exóticas, a poluição do ar, da água e do solo (altera as características químicas, físicas ou

biológicas do meio, impedindo as espécies que vivem no local se consigam reproduzir, alimentar e os incêndios.

5. Que descobertas Jane Goodall fez acerca dos chimpanzés?

A descoberta que Jane Goodall fez foi que não só encontrou o lado carinhoso e afetivo deles, mas também o lado agressivo. Esses comportamentos diferenciados foram devido, haver uma separação entre um grupo de primatas, onde um lado havia animais violentos, e no outro plantas e sementes. Onde num lado ficaram com comportamentos agressivos e no outro carinhosos.

5. Que descobertas Jane Goodall fez acerca dos chimpanzés?

Jane Goodall fez inúmeras descobertas inovadoras sobre os chimpanzés durante suas observações pioneiras no Parque Nacional de Gombe, na Tanzânia, a partir da década de 1960.

Uso de Ferramentas:

Foi a primeira a observar a utilização de ferramentas por parte dos chimpanzés (comportamento que antes era considerado exclusivo dos humanos).

Comportamento Social Complexo:

Existe uma complexidade nas interações sociais entre os chimpanzés havendo uma hierarquia social dentro dos grupos, observando alianças e rivalidades.

Expressão de Emoções e Vínculos Familiares:

Comprovou que os chimpanzés expressam emoções, como alegria, tristeza e raiva e documentou fortes laços familiares e afetivos entre os membros dos grupos.

5. Que descobertas Jane Goodall fez acerca dos chimpanzés?

Desenvolvimento de Cultura:

Comprovou que os chimpanzés têm a capacidade de desenvolver comportamentos culturais específicos de grupo, transmitindo conhecimentos e habilidades de uma geração para outra.

Variedade na Alimentação:

Observou que os chimpanzés têm uma dieta variada (frutas, folhas, sementes, insetos e, ocasionalmente, carne) facilitando a adaptação a diferentes ambientes.

Caça e Canibalismo:

Antes das observações de Goodall, acreditava-se que os chimpanzés eram exclusivamente vegetarianos. Ela observou casos de caça por parte dos chimpanzés, contrariando que eram exclusivamente vegetarianos. Observou também canibalismo em algumas populações de chimpanzés.



Biografia



- Nasceu em 1935, nos Estados Unidos da América;
- É bióloga marinha e dedicou-se durante a sua vida ao estudo das algas marinhas descobrindo que estas são a maior fonte de oxigénio atmosférico;
- Através dos seus estudos foi detetada a diminuição da biodiversidade marinha ao longo dos anos e as suas razões;
- Ela foi pioneira no uso de um equipamento tecnológico, especificamente desenvolvido para mergulho;
- Participou em iniciativas de investigação marinha à base do mergulho e protótipos na descrição de novas espécies e do fundo marinho ;
- Earl é, até aos dias de hoje, a pessoa que mergulhou em maior profundidade;
- Foi a primeira mulher a presidir a NOAA (Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos Estados Unidos);
- Escreveu vários livros e realizou vários documentários para a sensibilização e consciência do impacto negativo da atividade antrópica nos oceanos e ecossistemas marinhos.

O que aconteceria se houvesse uma extinção das algas marinhas na zona costeira da Califórnia

- As algas são seres fotossintéticos e são extremamente importantes pois reduzem o dióxido de carbono do ar e fixam o oxigénio.
- As florestas de algas estão a desaparecer drasticamente, devido a doenças e às alterações climáticas que acidificam as águas, embora já se tenham registado dados que provam que elas estão a voltar.
- Na zona costeira da Califórnia, existem várias espécies que dependem destas algas tais como ouriços-do-mar e as lontras que também estão a ser gravemente ameaçadas pelo Homem.



Basta uma espécie desaparecer do seu habitat natural para desequilibrar o ecossistema inteiro

- Cada espécie tem um papel fundamental para o funcionamento de um ecossistema. Uma espécie é um conjunto de indivíduos que são semelhantes e podem reproduzir-se originando descendentes férteis. Estes moram num habitat, local onde se abrigam, reproduzem, alimentam, protegem e vivem em comunidade (conjunto de indivíduos que partilham algo).
- Quando uma espécie desaparece, a sua função não vai poder ser cumprida, desequilibrando assim o habitat e, consequentemente, o ecossistema.



De que forma, a sobrepesca pode causar desequilíbrio nos ecossistemas marinhos?



- Os impactos causados pela atividade pesqueira tomaram proporções alarmantes com o passar dos anos e falta de fiscalização. Algumas das preocupações dos biólogos e ambientalistas são:
 - capturas acidentais;
 - resíduos produzidos e libertados pelos navios;
 - lixo que são deixados à deriva;
 - destruição dos corais, bases fundamentais para os ecossistemas e consequente extinção de espécies.



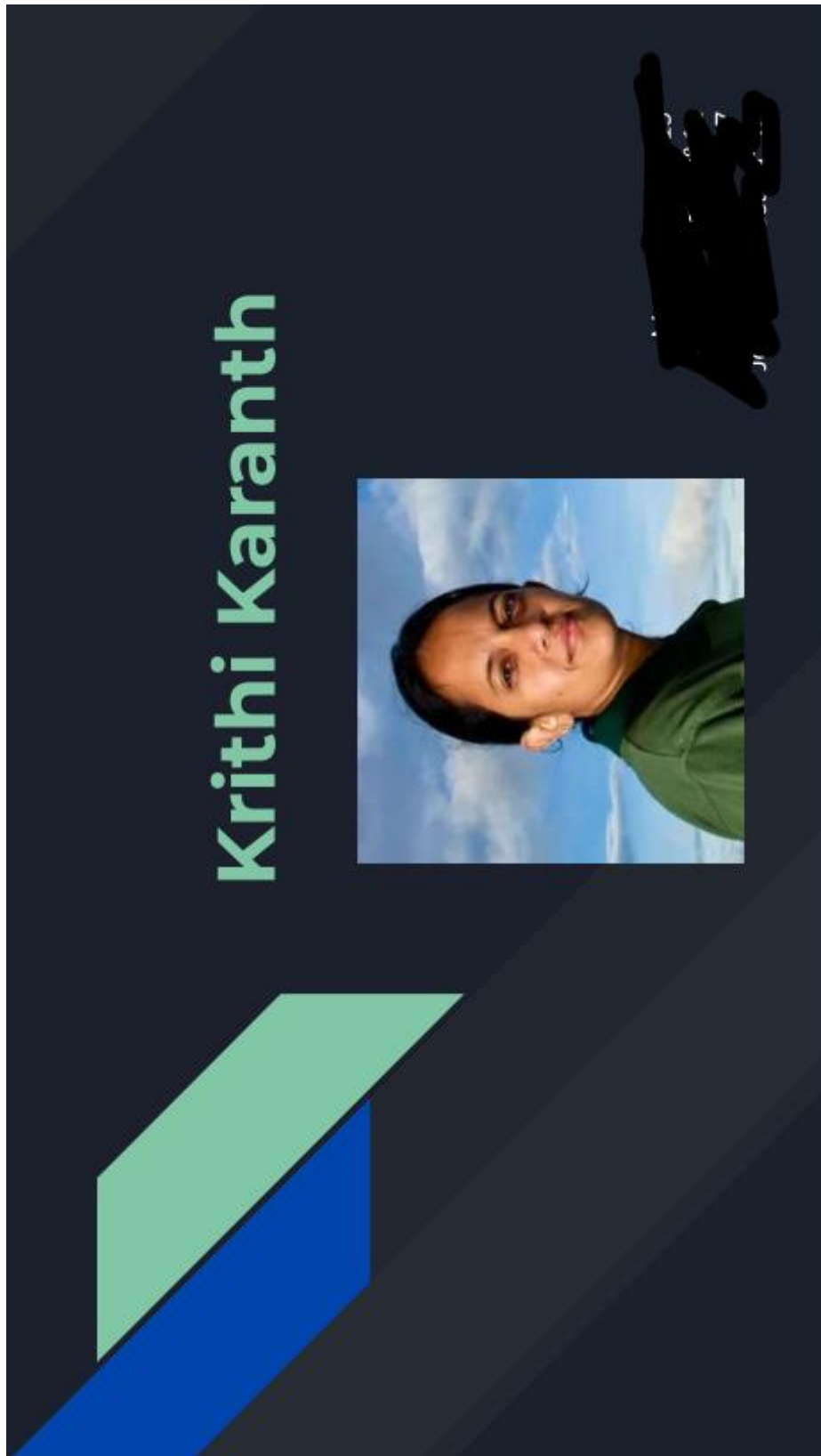
Justifica de que forma a atividade humana impacta negativamente os oceanos

- Além de piorarem a qualidade do ar, as emissões de dióxido de carbono que lançamos para a atmosfera também impacta a saúde dos oceanos.
- Provocam, mais concretamente, um fenómeno conhecido como acidificação, que reduz o pH das águas, acabando por modificar a sua composição química e afetar gravemente os organismos marinhos.



Como relacionar o trabalho de Sylvia Earle com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)





Quem é a Krithi Karanth?

Trabalha na área da ecologia, paixão que herdou do pai. Desenvolve o seu trabalho na Índia, em regiões de florestas selvagens, na procura de estabelecer soluções que beneficiem quer os animais selvagens quer as comunidades locais. Apesar de trabalhar na conservação de vida animal selvagem de um modo geral, Karanth foca-se na proteção dos tigres. Através do uso de novas tecnologias, Karanth provoca desenvolver soluções de proteção aos tigres, que também protejam as comunidades locais dos ataques destes animais. As investigações de Krithi Karanth tem um enfoque na distribuição geográfica das espécies e na extinção das mesmas, no turismo em zonas de vida animal selvagem e consequências do mesmo e na relação entre os animais selvagens e os humanos que habitam zonas de floresta. No desenvolvimento do seu trabalho como conservadora de vida animal selvagem, Krithi tem um papel ativo na educação e formação de novos cientistas. Além disso, está envolvida em vários projetos de fórum educacional e ecológico, que promovem a conservação de espécies e da biodiversidade. De forma a promover uma consciência ecológica e ambiental, Krithi participou em vários documentários.

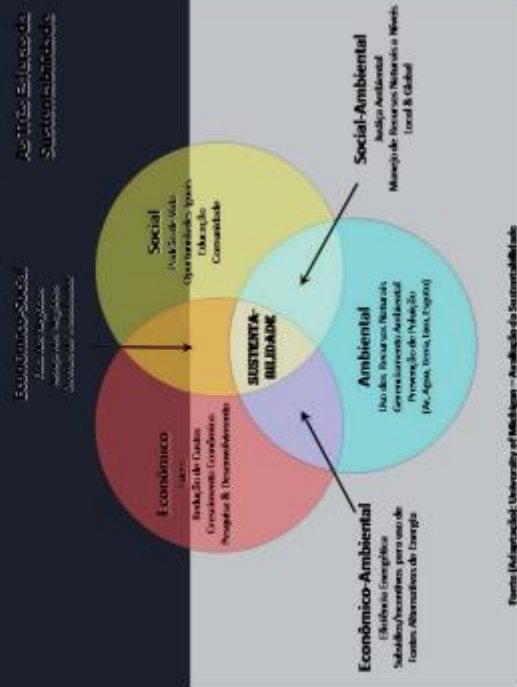


De que forma o trabalho de Krithi Karanth se relaciona com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)?

Educação das populações

Ecologia dos ecossistemas

Desenvolvimento sustentável dos ecossistemas



Ecosistema

O ecossistema é um sistema formado pelos seres vivos
fatores do meio e interações que estabelecem entre si



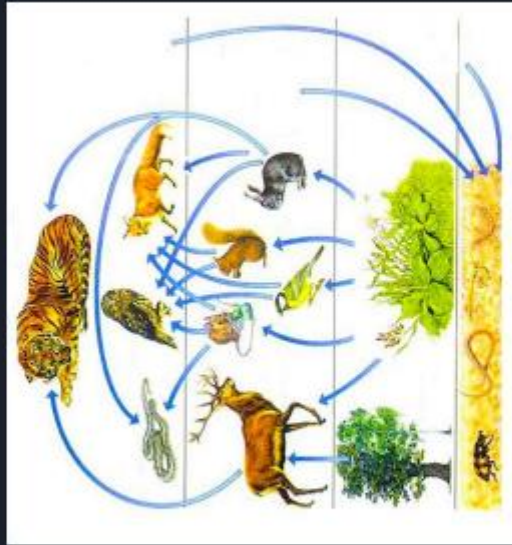
Cadeia alimentar

Uma cadeia alimentar é uma sequência de seres vivos interligados por relações de alimentação



Teia alimentar

Uma teia alimentar é o conjunto de várias cadeias alimentares num ecossistema interligadas entre si.



Os predadores são responsáveis por manter o equilíbrio do ecossistema.

Os ecossistemas dependem de cadeias alimentares que englobam todos os animais, incluindo predadores, para o seu equilíbrio.

Os predadores de topo, como por exemplo o tigre, ajudam a manter o equilíbrio das populações de outros animais com destaque para os herbívoros cujo o seu aumento provocaria uma diminuição das plantas afetando diretamente a própria população e todo o ecossistema



Prevê como a conservação dos tigres pode beneficiar as comunidades locais em zonas de floresta.

Os tigres, sendo predadores, controlam naturalmente as populações dos herbívoros que podem destruir algumas culturas humanas



Que fatores podem levar aos tigres invadirem as zonas territoriais dos humanos?

Algumas atividades humanas, como a desflorestação, destroem os habitats de inúmeras espécies como é o exemplo dos tigres o que os obriga a invadirem os espaços humanos, o que destaca a importância da criação de área de conservação e estabelecimento de leis que restrinjam a urbanização



A importância de manter a biodiversidade das florestas da Índia, quer a nível social, económico e ambiental.

As florestas da Índia são muito importantes em diferentes níveis, a nível social são extremamente importantes pois são meio subsistência para muitas comunidades, a nível económico são importantes na obtenção de recursos como madeira e plantas cujos seus compostos podem ser utilizados na criação de medicamentos, a nível ambiental são extremamente importantes pois possuem grande biodiversidade e ajudam a regular o clima mundial





Wangari Maathai

1

Wangari Maathai

Wangari Maathai (1940 - 2011) foi uma professora e ativista política do meio-ambiente queniana. A ambientalista Wangari foi a primeira mulher africana a receber o prémio Nobel da Paz, em 2004 pelo seu trabalho desenvolvido através da instituição *Green Belt Movement* e a tirar um doutoramento nos países de leste e centrais de África. Formada em biologia, Maathai decidiu especializar-se em medicina veterinária, nos EUA. Contudo, quando regressou ao Quênia para trabalhar na Universidade de Nairobi, compreendeu a relação existente entre a desflorestação e a pobreza.

De modo a combater a desflorestação e empoderar as mulheres, Maathai desenvolveu a organização *Green Belt Movement* (1977), que pagava a mulheres trabalhadoras rurais um pequeno salário para plantarem árvores em zonas de desflorestação. A implementação deste projeto de restauro da biodiversidade fez com que tenha sido possível a plantação de mais de 40 milhões de árvores. Como resultado deste movimento, realizações semelhantes foram iniciadas noutros países africanos, como na Tanzânia, Etiópia e Zimbabué.



2

De que forma é revolucionário a instituição de Maathai pagar um ordenado às mulheres?

A instituição de Wangari Maathai paga salários às mulheres, e é revolucionário por várias razões. Primeiro, desafia as normas culturais e sociais que historicamente discriminam as mulheres no local de trabalho, contribuindo para a igualdade de género. Além disso, ao pagar salário às mulheres, a instituição reconhece e valoriza o trabalho delas, contribuindo para a autonomia económica das mulheres e para a quebra de barreiras de desigualdade de género.



3

O que pode provocar a desflorestação e a desertificação?

A nível da desflorestação em Portugal a maior causa são os incêndios florestais, porém a nível mundial existe uma grande desflorestação, e a razão, porque fazem isso, é para a expansão agrícola. Temos como exemplo quando o Bolsonaro ordenou o desmatamento de uma parte da Amazónia para realizar agropecuária. A nível da desertificação, temos como causas, as más práticas agrícolas, desde o uso excessivo de fertilizantes e químicos, até à exploração excessiva de recursos naturais, que resultam da gestão irresponsável de vegetação e água.



4

A relação da desflorestação com a hidrosfera e geosfera

A desflorestação tem um impacto negativo no ciclo hidrológico, pois as florestas desempenham um papel crucial na regulação do mesmo: transpiração, evaporação e precipitação...

A desflorestação afeta estes processos, causando assim a redução da infiltração de água no solo. Outro ponto importante a referir é que a desflorestação terá um impacto significativo na hidrosfera, na regulação do clima, influenciando a humidade e a temperatura na hidrosfera.



5

Impactos da desflorestação

SOCIAIS	ECONÓMICOS	AMBIENTAIS
- Afeta as comunidades locais; - Perigo da perda de meios de subsistência para as populações;	- Afeta setores como a agricultura, a indústria e o turismo;	- Perda da biodiversidade; - Contribui para as mudanças climáticas; - Erosão do solo;
		

6

A relação do trabalho realizado por Wangari Maathai na conservação de florestas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

O trabalho de Wangari na conservação das florestas está relacionado com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, sendo alguns deles: A Vida Terrestre, que tem como objetivo promover a gestão sustentável das florestas e o combate à desertificação. Ações contra as alterações climáticas, que consiste em preservar as florestas, pois elas ajudam na mitigação das alterações climáticas. Também temos a igualdade de género presente neste trabalho, pois ela promoveu a participação das mulheres na conservação ambiental, o que contribui para a igualdade de género.

7

Anexo 15: Reflexões dos alunos

Aluno 1

Ao longo destas semanas com o projeto das mulheres na ciência, têm-me proporcionado momentos de aprendizagem únicos. Foi muito interessante conhecer nomes de mulheres na ciência com excelentes trabalhos científicos que me eram desconhecidos e infelizmente ainda o são por muitos. Durante estas aulas, posso afirmar com toda a certeza que foram muito úteis para desenvolver as minhas capacidades. A cada apresentação sentia-me melhor a falar perante a turma, desenvolvendo as minhas capacidades de comunicação. Foi também incrível o esforço e organização que a professora teve para isto se concretizar, para nos terem proporcionado todas as experiências que tivemos, e agora com todo o gosto quero falar um pouco acerca de todas. Os temas dos trabalhos de grupo foram sempre adequadamente escolhidos, por vezes para ser sincera penso que os grupos de trabalho não eram totalmente equilibrados, mas estavam adequados dentro do possível. A visita ao instituto de geologia da universidade do porto foi ótima, achei incrível como além de aprender algumas coisas novas também consegui perceber como a matéria que estava a ser lecionada naquele momento durante as aulas se relacionava com a realidade do dia a dia. E gostei bastante de ouvir acerca da fenologia, portanto dos estudos lá realizados com as plantas e outras curiosidades pertinentes e a Dr. Helena Sant'Ovaia explicou-nos muito bem a história daquele local e recebeu-nos muito bem, mostrando sempre disponibilidade para realizarmos perguntas e sentirmo-nos há vontade. Agora

queria falar mais um pouco acerca da chamada de vídeo que efetuámos com a Dra. Mariana Silva, foi também incrível falar com alguém de uma área que eu nem conhecia, portanto foi deveras interessante. Fez-me refletir e aperceber-me de que realmente as plantas estão presentes em vários momentos do nosso dia a dia e por vezes não nos damos conta de aspetos como este. Embora eu já tivesse uma noção de como as plantas estão presentes na área de que gosto, gostei de aprender mais um pouco acerca disso com a Dra. Mariana. Ela foi excelente em todos os momentos da nossa conversa e respondeu às nossas questões de forma muito eficaz e adequada para que ficássemos a perceber as nossas possíveis dúvidas, realmente gostava que me tivesse surgido alguma questão para lhe colocar. Outra coisa muito importante que achei interessante, foi ter trabalhado acerca da cientista Marie Tharp. Antes deste projeto a professora Adriana já me tinha citado levemente o nome dela, devido à teoria da deriva continental. Realmente ela teve um papel muito importante para a ciência e mesmo assim admira-me não ser mais reconhecida, o suposto seria ela estar presente no nosso manual escolar e receber mais atenção devido ao seu contributo por ter criado o primeiro mapa correto e ainda hoje utilizado da topografia dos fundos oceânicos, isto só prova que ainda há coisas que têm de mudar. O último trabalho que realizámos foi acerca dos estudos de Jane Goodall sobre os chimpanzés, e realmente descobri muitas coisas e factos que me eram desconhecidos sobre estes animais. Ela foi admirável pelos seus estudos, teve a coragem de estudar os chimpanzés de perto, tal como nenhum homem anteriormente teve coragem. E é também admirável como os seus estudos tiveram um impacto capaz de alterar as definições de ser humano e ferramenta. Outro aspeto que me ia esquecendo era de dar o meu feedback acerca das apresentações no geral. Eu sempre tive a impressão, e também como integrante desta turma posso com toda a certeza afirmar que, apesar de nos momentos em que nos foram pedidos realizar estes trabalhos para o projeto, encontrávamo-nos com agendas por vezes pesadas, com diversas tarefas importantes por fazer e testes, mas na mesma assim demos o nosso melhor em tudo, pelo menos foi o que eu senti e pela minha própria experiência. Na minha opinião todos os trabalhos apresentados foram bons, mas penso que houveram dois trabalhos que para mim se destacaram, achei que estavam muito bons, foram os últimos dois a serem apresentados, que são respetivamente um acerca de uma cientista chamada Krithi Karanth e de seguida a cientista Wangari Maathai, gostei muito do trabalho realizado pelos elementos destes dois grupos. Para finalizar, eu penso que toquei em todos os aspetos que eram pretendidos e espero ter ajudado e contribuído como esperado ao longo deste projeto. Foi uma experiência deveras inovadora que me

permitiu aumentar o meu conhecimento, o que considero muito importante para o meu crescimento racional e como indivíduo na sociedade. Obrigada!

Aluno 2

No meu ponto de vista, eu gostei bastante da visita ao Museu De Geofísica Da Universidade Do Porto, achei que por estar dentro da matéria que estávamos a aprender, foi mais interessante para percebermos como funcionam na vida real os sismos e a sua história.

Vimos também os sismógrafos, que registam sismogramas que registam ondas sísmicas, mas que com o tempo tornaram-se mais fáceis de "ler" pela tecnologia de hoje em dia.

Falamos sobre o tipo de sismos, os naturais, os tectónicos, os vulcânicos, e também sobre as diferentes ondas sísmicas. Naquela estação sísmica, a professora/formadora referiu que por estar situada numa zona com bastante movimento por causa da estação do metro, e por também haver muita deslocação tanto de veículos tanto como de pessoas, que os sismógrafos registam pequenos sismos ou micro sismos por isso mesmo.

A professora também relatou um pouco sobre um dos maiores sismos que ocorreram em Portugal, o terramoto de Lisboa que se passou dia 1 de novembro de 1755, e que teve um grande impacto para a História Portuguesa, por ter destruído a cidade especialmente na zona da Baixa, e atingindo ainda grande parte do litoral do Algarve e Setúbal.

No entanto, achei que esta visita nos permitiu ficar a saber um pouco mais sobre esta área da Sismologia e ficar a conhecer cada vez mais a História de Portugal. Só que foi um bocado cansativo por não haver lugares sentados para toda a turma. Mas tirando isso gostei muito.

Sobre as aulas dadas pela professora estagiária, acho que foram bastante práticas por realizarmos trabalhos em grupo e

trabalharmos com pessoas diferentes da turma que nunca tínhamos trabalhado antes.

Por isso, esta dinâmica de se trabalhar em equipa e cada grupo ter um tema diferente é mais fácil de compreender um pouco de cada tema por ser mais aprofundado por nós.

Sobre o projeto das mulheres cientistas, devia ser mais falado hoje em dia e gostei da professora ter integrado este projeto nas nossas aulas, pois na atualidade não é tão falado, apesar de os direitos das mulheres terem evoluído ano após ano. E para ficarmos a saber um pouco mais sobre mulheres cientistas que não tiveram os créditos quando fizeram alguma descoberta. No meu ponto de vista, acho que todos nós na turma, conseguimos aprender muito mais sobre esta área da ciência.

A cientista que eu mais tive interesse foi a Jane Goodall, a primatóloga, por conseguir compreender comportamentos sobre animais, neste caso, primatas.

Sobre a experiência com a Doutora, foi uma experiência diferente e a mesma soube responder a todas as perguntas feitas pela turma nessa mesma aula.

Para resumir, nestas aulas conseguimos compreender muitos mais conceitos e trabalhar mais em equipa e de uma forma mais prática e dinâmica. No geral gostei de tudo o que realizamos nestas aulas, e notava-se que a professora estava sempre preocupada com os alunos para ver se percebiam tudo ou não.

Aluno 3

Reflexão final:

- O papel das mulheres cientistas é extremamente importante na construção do conhecimento científico. Historicamente, as mulheres enfrentaram e ainda enfrentam desafios e discriminação no campo da ciência, o que resultou em uma sub-representação em muitas áreas. No entanto, as contribuições das mulheres cientistas têm sido significativas e impactantes de várias maneiras, como por exemplo, na inspiração e mentoria.
- A cientista cujo trabalho mais me impressionou foi a Jane Goodall pelo facto de ela ter sido uma das cientistas mais proeminentes do mundo e uma das principais defensoras da conservação da vida selvagem e dos direitos dos animais.
- Aspectos positivos de trabalhar em grupo:
 - Troca de ideias
 - Distribuição de tarefas
 - Apoio mútuo
- Aspectos a Melhorar:
 - Comunicação
 - Gestão do tempo
 - Equilíbrio de contribuições

Observações:

Gostei muito da aula em que fizemos vídeo chamada com a Mariana Silva, pois consegui entender muito mais sobre a biodiversidade das plantas, mas a aula que mais gostei foi a que a professora Adriana deu, das mulheres cientistas, porque foi muito interessante conhecer cientistas que eu não conhecia e entender o quanto as mulheres na área das ciências eram e são desvalorizadas até ao ponto de não existir quase nenhum manual com a foto de uma mulher, mas existir manuais com fotos de homens.

Aluno 4

Este módulo das aulas de Biologia e Geologia, no meu ponto de vista, abrange um conjunto de matérias muito importantes não só para a minha formação, mas também para a vida pessoal.

Durante estas aulas compreendi melhor os métodos diretos e indiretos do estudo do interior da Terra, o modelo e a dinâmica da estrutura interna da geosfera e a necessidade de proteger a biodiversidade.

Os métodos diretos permitem-nos conhecer a parte superficial do interior da Terra de uma forma direta. Os métodos diretos incluem a observação e análise do interior da Terra através do vulcanismo (amostras de rochas expelidas pelas erupções vulcânicas), dos afloramentos (observação direta das rochas à superfície), da exploração de jazigos minerais em minas, escavações e das sondagens. Já os métodos indiretos verificam o que se passa no interior da Terra. Os métodos indiretos incluem técnicas como a sismologia (os dados de propagação das ondas sísmicas e a sua velocidade traduz os diferentes estados físicos e a diferente composição do interior da Terra), a gravimetria (analisa as variações da gravidade terrestre para indicar as variações de densidade dos materiais), o geomagnetismo (estuda os campos magnéticos da Terra para compreender a composição e movimentos do interior do planeta, especialmente em relação às correntes de convecção no núcleo externo. A Terra apresenta um campo magnético. Com o estudo do geomagnetismo têm-se verificado que o campo magnético da Terra tem-se alterado) e a Geotermia (consiste na criação de energia por parte da Terra sob a forma de calor).

Também o trabalhos de cientistas na área da geologia contribuíram para o conhecimento da estrutura interna da geosfera, dividindo-a concentricamente em camadas com diferentes propriedades físicas e químicas: crosta, manto, núcleo externo e núcleo interno - a geosfera.

Ao longo de vários estudos, foi possível criar dois modelos para caracterizar a estrutura interna da geosfera: modelo físico e modelo químico. O modelo físico corresponde a uma divisão das camadas tendo em conta as características físicas do material rochoso, incluindo a litosfera, e astenosfera, e mesosfera e a endosfera (processo fundamental para entendermos a dinâmica do nosso planeta). Já o modelo químico descreve a

composição química das diferentes camadas da Terra, incluindo a crosta, o manto e o núcleo.

A biodiversidade, por sua vez, pode ser definida como a variabilidade de seres vivos existentes em todos os ecossistemas da Terra. A biodiversidade desempenha um papel crucial no funcionamento dos ecossistemas mantendo-os, assim, em equilíbrio. A perda de habitats está diretamente relacionada com a perda da biodiversidade, que se tem acentuado à medida que a população mundial aumenta, pois são necessários mais recursos para fazer face às suas necessidades, como por exemplo, para obter alimentos, medicamentos, matéria-prima, infraestrutura, entre outros. Por isso, é importante preservar e proteger a biodiversidade.

Relativamente ao papel das mulheres cientistas. As mulheres cientistas têm um papel fundamental na construção do conhecimento científico. No séc. XVI, quando o conceito ocidental da ciência moderna começou a ser construído, entendia-se que seus pilares eram a neutralidade, a racionalidade e a objetividade. Ou seja, a ciência, serviria para construir um conhecimento próprio e aqueles que possuíam a capacidade de produzir o conhecimento científico, eram os homens. Assim, as mulheres foram constantemente excluídas do processo de constituição da ciência. Um exemplo disso, foi a geóloga Marie Tharp que se tornou a primeira cientista a mapear o fundo do Oceano Atlântico. Marie teve uma contribuição na ciência muito importante ao descobrir o Vale de Rift no fundo do oceano atlântico que ajudou a comprovar a teoria das placas tectónicas, promovendo uma compreensão mais aprofundada da Terra e dos seus processos. Sendo assim, esta cientista foi uma das que mais me impressionou durante as aulas, embora não tenha recebido todo o reconhecimento que merecia.

Além disso, a crescente presença das mulheres na ciência tem vindo a ajudar a combater as desigualdades de género e a inspirar futuras mulheres a seguirem estas áreas.

Concluindo, estas aulas de Biologia e Geologia foram muito interessantes e enriquecedoras para compreendermos o papel das mulheres na ciência. O trabalho de grupo serviu para interagir, discutir os vários pontos de vista e uniformizarmos uma opinião global sobre os temas.

Em geral, gostei muito das aulas.

Aluno 5

As aulas foram muito interessantes, abordando tópicos diferentes como as mulheres na ciência, que foi um tema de grande relevância devido à desvalorização histórica dos feitos das mulheres nesse campo. Através dessas aulas, conseguimos reconhecer e apreciar as contribuições significativas que as mulheres têm feito para o avanço da ciência ao longo dos anos, apesar dos inúmeros desafios e obstáculos enfrentados.

A visita ao IGUP foi muito proveitosa, pois tivemos a oportunidade de observar na prática como a magnitude dos sismos é determinada, complementando assim o conhecimento teórico adquirido em sala de aula. Isso nos permitiu uma compreensão mais profunda e aplicada do fenómeno dos sismos. Em particular, essa experiência prática nos ajudou a entender melhor eventos históricos, como o sismo de Lisboa de 1755, cuja magnitude foi devastadora e teve um impacto significativo na história e no desenvolvimento das técnicas de sismologia. Ver de perto os métodos e equipamentos utilizados para medir e analisar sismos proporcionou uma forma muito mais envolvente de estudar e entender esses fenómenos naturais.

Aluno 6



A cientista que eu mais gostei

- A cientista que eu mais gostei foi a Sylvia Earle pois esta veio a desmentir algo que a sociedade sempre tomou como facto e este é que a maior fonte de O₂ são as florestas mas não, é o mar.



Sobre as aulas

- Eu gostei muito das aulas que a professora Adriana deu porque permitiu um diferente ritmo de trabalho, por exemplo, em grupo e deu, assim para explorar os temas de outros pontos de vista
- Entre biologia e geologia eu preferi geologia (é o que mais gosto) porque aprendi sobre coisas do dia a dia que eu nunca tinha pensado de uma forma tão profunda. Embora tenha também gostado muito de biologia
- Quando estudámos sobre as mulheres cientistas eu percebi algo que nunca tinha percebido que é o quão desvalorizado o trabalho de uma mulher é comparativamente ao do homem e que se nós gostamos realmente de algo devemos ultrapassar todos os obstáculos e continuar perseverante.

Aluno 7

Sobre as aulas de Biologia e Geologia

- Nas últimas semanas, foram abordados vários temas das áreas da Biologia e Geologia. Começamos pela Geologia, no estudo da sismologia, seguida do estudo dos métodos diretos e indiretos do estudo da estrutura do interior da Terra. Prosseguimos para a Biologia, onde ficámos na introdução da mesma e falamos um pouco sobre a biodiversidade e algumas espécies.
- Gostei particularmente da biologia, das relações bióticas e do funcionamento das espécies e dos ecossistemas, pois é um tema que acho mais interessante, em relação à geologia, e é algo que me vejo e considero usar e trabalhar no meu futuro académico.
- Durante estas aulas abordamos também o trabalho de várias cientistas mulheres que investiram muito tempo e conhecimento nas suas teses, mas nem todas foram devidamente reconhecidas. Começámos pelas mulheres no ramo da geologia e falámos da Marie Tharp, Inge Lehmann, Barbara Romanowicz e Donna Blackman. A que mais me fascinou foi a Inge Lehmann pois estudou vários ramos das ciências mas dedicou a sua vida ao estudo e compreensão do núcleo, mais especificamente do núcleo interno da Terra. Ela entendeu que este era sólido em vez de líquido, como se pensava até à sua época. A sua teoria não foi logo aceite pela comunidade científica mas acabou por o ser e deu origem a outras teorias igualmente importantes e complexas que nos ajudam a compreender a geodinâmica da Terra. Depois falámos das mulheres no ramo da biologia, mais especificamente da Sylvia Earle, Jane Goodall, Krithi Karanth e Wangari Maathai. A que mais me cativou foi a Jane Goodall pois acho que dedicar a sua vida ao estudo e compreensão de uma espécie, neste caso os chimpanzés, é algo bastante fascinante. Fez com que toda a comunidade científica e restantes pessoas soubessem mais sobre estes indivíduos, o seu estilo de vida e os seus hábitos, desmistificando e desconstruindo a ideia errada que havia em relação aos chimpanzés.
- Toda a pesquisa que fizemos foi enriquecedora e fez-nos refletir sobre como o papel da mulher na ciência, e não só, foi evoluindo ao longo das décadas e como este foi vital e impulsionador para estudos a serem realizados e todo o conhecimento que já temos sobre a vida no nosso planeta. Percebemos também que se fossem dados os mesmos direitos e regalias a ambos os géneros masculino e feminino, podiam ter sido feitas descobertas muito mais cedo,

possibilitando que hoje tivéssemos conhecimentos mais avançados nos ramos científico e tecnológico.

- Durante as aulas usámos uma metodologia de ensino diferente. Em vez de estarmos a ouvir o professor explicar a matéria e tirar apontamentos, fomos levados a pesquisar sobre um determinado tema e selecionar a informação necessária para responder a determinadas questões. Na minha perspetiva, é mais fácil compreender e reter os conhecimentos através da pesquisa dos mesmos. A meu ver, se continuássemos a fazer estes trabalhos, as pessoas que não se interessam tanto ou não se sentem muito confortáveis com as apresentações à turma iriam melhorar nestes aspetos, bem como no próprio trabalho e dinâmica em grupo. Pessoalmente, acho que beneficiaria com estes trabalhos pois iria melhorar as minhas competências de comunicação e resolução de problemas.

Aluno 8

Reflexões

Eu gostei muito desta atividade, pois aprendi bastantes coisas e factos interessantes durante os trabalhos de pesquisa. Também aprendi a trabalhar melhor em grupo e a estar mais à vontade perante os meus colegas que não são tão chegados.

Fiquei a conhecer mais mulheres cientistas, pois só tinha conhecimento de duas, Barbara Romanowicz e Inge Lehmann. Todas as mulheres cientistas que conheci, através dos trabalhos de grupo, tiveram e têm trabalhos muito importantes para o conhecimento do nosso planeta e para a sociedade. Compreendi, também, que estas mulheres cientistas tiveram bastantes dificuldades para que os seus trabalhos fossem aceites pela comunidade científica e, além disso, antigamente, e até nos dias de hoje, era muito difícil mulheres serem cientistas.

Também gostei muito da entrevista à Doutora Mariana Silva. Com esta entrevista, aprendi factos sobre as plantas que nunca ouvi falar e aprofundei alguns conhecimentos que já tinha na área das plantas. Também gostei da nossa interação para com ela e o “brainstorming” de perguntas que iam surgindo ao longo da entrevista.

Aluno 9

Reflexão final

Durante estas aulas de Biologia e Geologia, tivemos como objetivo principal perceber o quão importante foi e ainda é, o papel das mulheres tanto na área da geologia, como na área da biologia, pois muitas das vezes em que elas realizavam algum trabalho, ou alguma descoberta importante, geralmente era sempre um homem que era reconhecido pelo trabalho realizado, desmerecendo assim as mulheres nestas áreas, e não só.

Todo o trabalho realizado ao longo destas aulas foi importante para mim, pois, alguma da matéria dada estava relacionada com os conteúdos que falamos, tanto nos trabalhos que fizemos para apresentar, como na conversa com a Dra. Mariana Silva, que conseguiu tirar algumas dúvidas que nós ainda tínhamos a nível da biologia, e voltou a falar na importância que as mulheres tiveram na evolução do nosso planeta, não só, a nível da biologia. Também gostaria de realçar que a visita de estudo ao IGUP, ajudou bastante na compreensão dos sismos e da maneira que uma estação sísmica funcionava.

O papel das mulheres na construção do conhecimento científico foi crucial, pois elas foram muito importantes em algumas descobertas, que levaram o nosso planeta a evoluir significativamente.

Algumas das mulheres que o trabalho mais me chamou à atenção foram a Wangari Maathai, devido ao impacto que ela teve tanto a nível da biologia, como social, mas mais social, pois ela teve coragem de fazer o que era necessário, custe o que custasse, porque ela pagou salários a mulheres para plantar árvores para aumentar o poder económico das mulheres no Quénia (país onde ela nasceu), e noutros países também, e isso influenciou bastante a nível social, pois tornou as mulheres que dependiam de alguém a tornarem-se mais independentes. Tendo recebido diversos prémios, que para a região onde ela nasceu, eram completamente extraordinários. Outra mulher, cujo trabalho me chamou a atenção foi a Barbara Romanowicz, pois ela foi pioneira na utilização da tomografia sísmica global, o que ajudou muito para uma melhor compreensão do interior da Terra, mais especificamente na compreensão das características da astenosfera, na compreensão de

movimentos horizontais e verticais da litosfera e no estudo das plumas térmicas na base do manto.

Na minha opinião, todos os trabalhos de grupo realizados ao longo das aulas foram benéficos, não só para uma melhor compreensão da matéria estudada, mas também para melhorar a nossa comunicação, e ajudou a não nos sentirmos tão nervosos, durante as apresentações dos trabalhos. Eu gostei bastante de fazer parte destas atividades, pois foram uma forma de consolidar a matéria estudada mais facilmente e deu para melhorar a produtividade, quando trabalhamos sob pressão.

Aluno 10

Reflexão individual

As aulas que tivemos com os professores estagiários foram muito interessantes e proveitosas.

Os professores estagiários conseguiram transmitir-nos conhecimentos teóricos muito importantes através de uma linguagem acessível, recorrendo a imagens, vídeos e propondo-nos trabalhos diferentes, através dos quais os conceitos que estávamos a estudar fizeram mais sentido.

Uma outra coisa que acho muito importante referir diz respeito à capacidade que os professores tiveram em nos perceber, em perceberem as nossas dificuldades estando sempre prontos a ajudar. Também foram muito compreensivos, justos e humanos quando negociavam e redefiniam os prazos de entrega dos trabalhos.

Ao longo das aulas em que apresentamos os trabalhos de grupo trabalhamos vários temas e os conceitos a eles inerentes, através da análise de casos concretos fornecidos pelos professores.

- **Ao nível da Geologia:**

- Sismos: definição e causas;
- Parâmetros de caracterização sísmica (foco, epicentro, profundidade, distância focal, ...);
- Propagação da energia sísmica (ondas sísmicas: tipos de ondas sísmicas e suas características);
- Estação sísmica (aspectos sobre o seu funcionamento e importância na mitigação de desastres naturais);
- Detecção e registo de sismos (sismógrafos e sismogramas e sua interpretação);
- Intensidade e magnitude de um sismo;
- Dados de propagação de ondas sísmicas e profundidade das descontinuidades da geosfera: Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann
- Modelo e dinâmica da estrutura da Terra (compreensão da existência de materiais de diferentes composições químicas e densidades existentes no interior da Terra; Existência de plumas térmicas na base do manto; Variação da velocidade das ondas sísmicas com a profundidade e respetiva interpretação desse comportamento);
- Sismos e placas tectónicas;
- Influência de fatores históricos e sociais na evolução do conhecimento e tecnologia na área da Sismologia, no contexto português.

- **Ao nível da Biologia:**

- Biodiversidade e medidas de proteção da biodiversidade;
- Impactes sociais, económicos e ambientais resultantes da ação humana negativa;
- Desenvolvimento sustentável e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS):

- Relações bióticas;
- Cadeias tróficas.

Trabalhar em grupo foi muito importante pois o trabalho de grupo permitiu-nos aprender e/ou aprofundar os conteúdos escolares de uma forma mais descontraída, prática e autónoma e com trocas de experiências e opiniões entre os diferentes elementos do grupo. Foi preciso distribuir tarefas, fazer pesquisa, debater, fazer escolhas, ouvir e respeitar opiniões distintas e fazer cedências.

Apesar de serem vários os benefícios confesso que por vezes, apesar dos recursos digitais que nos permitem reunir virtualmente, é difícil arranjar um momento em simultâneo para nos conectarmos todos e trabalharmos, isto porque cada um tem as suas rotinas.

Achei muito interessante os professores terem-nos proposto trabalhos relacionados com mulheres cientistas. Como sabemos a mulher lutou muito e ainda continua a lutar para ter oportunidades iguais aos homens e para ver o seu trabalho igualmente reconhecido e remunerado.

Eu desconhecia os contributos significativos que muitas mulheres deram na área da ciência e investigação que contribuíram significativamente para o patamar onde estamos hoje.

A inclusão das mulheres na ciência, para além de permitir a igualdade de género, permite também enriquecer o campo científico, permitindo uma compreensão mais completa do mundo e servindo de inspiração para gerações futuras.

Ao nível da Biologia foram abordadas nos diferentes trabalhos: Jane Goodall (dedica-se ao estudo e conservação de chimpanzés), Sylvia Earle (dedica-se ao estudo das algas marinhas), Krithi Karanth (trabalha na área da ecologia e foca-se na proteção dos tigres) e Wangari Maathai (debruçava-se nos impactes ambientais da desflorestação e desertificação das florestas do Quénia). Ao nível da Geologia: Inge Lehmann (contribuiu para a compreensão da origem e funcionamento do campo magnético terrestre), Marie Tharp (descobriu a existência de um rifte gigante ao longo do fundo do Atlântico), Donna Blackman (contribui para um maior conhecimento sobre a formação da crosta oceânica, a composição mineralógica da mesma e como esta evoluiu e pode evoluir ao longo da escala de tempo geológico) e Barbara Romanowicz (utiliza a tomografia sísmica para estudar a zona de transição entre o manto e o núcleo).

Gostei igualmente de todos os trabalhos. Não consigo destacar um só. Dediquei-me muito à realização dos mesmos e penso que o produto final foi muito bom. Isso só foi possível porque os professores prolongaram o tempo de entrega dos trabalhos, caso contrário a qualidade dos mesmos estaria um pouco comprometida. Quanto a aspetos a melhorar, possivelmente fazer uma melhor gestão do tempo e estar mais à vontade nas apresentações orais.

FIM

Aluno 11

Na visita de estudo ao IGUP, fomos entender como funcionava o antigo sismógrafo do Porto. A minha parte favorita da visita foi quando fomos perceber como o sismógrafo funcionava, enquanto estávamos na sala aprendemos o porquê de os Estados Unidos terem dado um sismógrafo a Portugal, como o sismograma trabalhava e o porquê de ser tão importante para o nosso dia a dia. Fiquei bastante impressionado com o facto de conseguirmos detectar sismos vindos da Nova Zelândia que foram explicados durante a visita e durante as aulas.

As aulas da Professora Adriana foram bastante importantes para o meu conhecimento em relação à mulher e aos sismos. Nas aulas percebemos que as mulheres têm um papel fundamental no estudo do interior da geosfera e que não são valorizadas como deveriam ser, além do mais a professora Adriana ajudou-me a entender mais sobre os sismos o que me ajudou bastante. No geral, as aulas da professora Adriana foram bastante produtivas.

Aluno 12

As aulas da professora Adriana foram esclarecedoras, dinâmicas e divertidas, adorei trabalhar em grupo, ajudou-me sobretudo a relacionar-me mais com os meus colegas uma vez que entrei agora no 2º período. O tema que gostei mais provavelmente foram as mulheres cientistas, a que mais me fascinou foi a cientista Jane Goodall, a que revolucionou e desmistificou os comportamentos dos primatas e a relação entre primatas e seres humanos. Em geologia gostei muito de dar os sismos e o que mais me ajudou a perceber a matéria foram as atividades laboratoriais. A conferência que tivemos com a cientista Mariana foi uma experiência esplêndida na qual adorei ouvi-la e pude adquirir mais conhecimento sobre os temas abordados. Por fim adorei as aulas com a professora Adriana foi uma inspiração, obrigada!