



A vida entremarés: uma saída de campo à praia do Castelo do Queijo

Beatriz Moreira

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

Unidade de Ensino das Ciências

2020

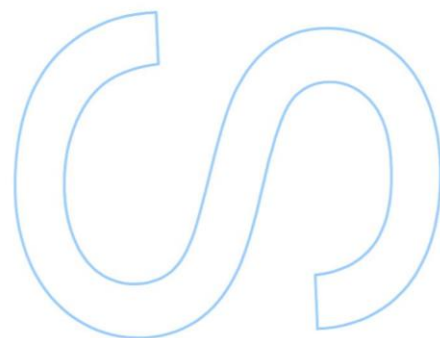
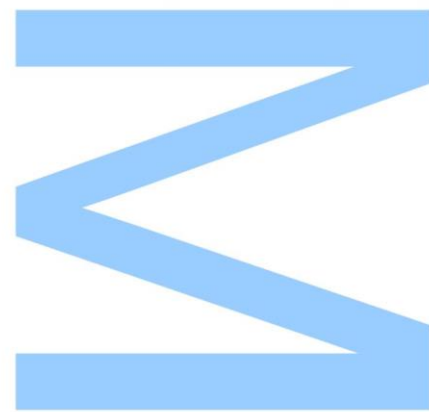
Orientadores

Professora Doutora Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com
Agregação,

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Professor Doutor Luís Calafate, Professor Auxiliar,

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

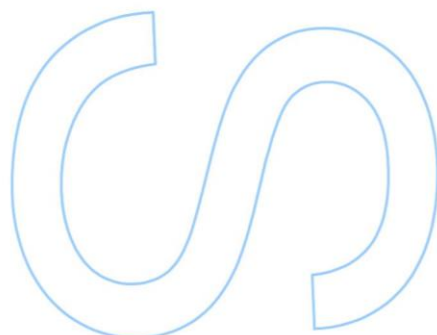
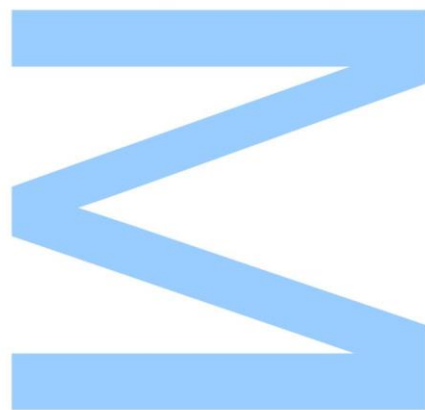




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Aos orientadores científicos, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, pela disponibilidade, conselhos, críticas construtivas, apoio e dedicação demonstrada ao longo de todo o mestrado. Agradeço, especialmente, terem contribuído para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À orientadora cooperante, Professora Sandra Ferraz, por todo o carinho, amizade, apoio, disponibilidade e partilha de vivências e saberes, proporcionando as melhores condições para a minha integração no quotidiano escolar e para a minha formação docente.

Aos meus alunos, com os quais tive o privilégio de, não só ensinar, mas também aprender. Agradeço por todo o carinho e bons momentos que me proporcionaram.

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade, companheirismo, apoio e partilha de experiências ao longo destes anos repletos de desafios. Agradeço de forma particular à minha colega de estágio, Lúcia Ferreira, pelo companheirismo, pelas gargalhadas, pelos momentos de descontração, por todo o apoio e, principalmente, pela amizade!

Aos meus amigos e familiares, por todo o suporte e incentivo, por acreditarem em mim e por partilharem comigo esta caminhada. Um especial obrigado à Mariana, por todo o apoio na elaboração deste trabalho e por tudo o que me possibilitou aprender!

Ao Tiago, por tudo! Por todo o amor, carinho e apoio! Obrigada por toda a ajuda, dedicação, por estares sempre presente e acreditares em mim! Agradeço também por todos os conselhos, paciência e por me ajudares a ser sempre melhor!

Agradeço de forma especial aos meus pais e irmão, por todo o amor e oportunidades proporcionadas! Obrigada por serem o meu pilar, por todos os valores transmitidos, por me incentivarem sempre a lutar pelos meus sonhos, me ajudarem a superar obstáculos e me mostrarem que com trabalho e dedicação tudo é possível! Sem eles nunca teria chegado aqui.

Resumo

Atualmente, o ensino das ciências não se limita à transmissão de conceitos e teorias científicas. Contempla, também, a compreensão do conhecimento processual e epistemológico, e o desenvolvimento de competências como a argumentação, a tomada de decisões e o trabalho colaborativo.

Uma das melhores formas de promover aprendizagens significativas e o desenvolvimento de competências na área das Ciências Naturais é a realização de saídas de campo, devidamente integradas no currículo, e não como meras atividades de síntese ou recompensa para os alunos. Para o efeito, o professor deve preparar atempadamente a atividade, de modo a atuar como mediador no processo de aprendizagem, promovendo a construção ativa de conhecimento por parte do aluno.

A zona intertidal, também conhecida como zona entremarés, é um biótopo marinho de fácil acesso, que estabelece a fronteira entre o ambiente terrestre e marinho. Os organismos que ocupam esta zona estão sujeitos a uma grande variação de fatores abióticos, sendo um local privilegiado para observar adaptações morfológicas e comportamentais singulares. A zona litoral é também um espaço pedagógico de excelência para promover uma visão holística sobre o Sistema Terra, fundamental para a formação de jovens informados, capazes de exercer uma cidadania ativa e consciente no mundo de hoje.

Assim, foi elaborado um estudo de forma a avaliar o impacto da utilização das saídas de campo (segundo o modelo de Nir Orion, 1993) no desenvolvimento de conhecimentos e atitudes numa amostra de conveniência constituída por alunos de 8º ano de escolaridade da disciplina de Ciências Naturais. A saída de campo teria lugar na praia do Castelo do Queijo, com o intuito de abordar a interação dos subsistemas terrestres e da influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal.

No entanto, devido à evolução da pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, a partir do dia 16 de março de 2020, as aulas presenciais passaram para um regime de ensino à distância e, por conseguinte, este estudo não foi implementado, tal como tinha sido anteriormente projetado. Porém, com base na literatura científica consultada procurou-se refletir sobre os resultados expectáveis. Deste modo, era esperado que a saída de campo tivesse um impacto positivo na aprendizagem dos discentes, promovendo a aquisição de conhecimentos relativos às temáticas envolvidas, o desenvolvimento do raciocínio científico e de competências fundamentais para a vida em sociedade.

Palavras chave: Saídas de campo; Modelo Nir Orion (1993); ensino orientado para a investigação; Zona intertidal; Fatores abióticos; Subsistemas terrestres.

Abstract

Nowadays, science education doesn't limit itself to the transmission of scientific concepts and theories. It also includes the understanding of procedural and epistemological knowledge, as well as the development of skills such as argumentation, decision-making and collaborative work.

One of the best ways to promote meaningful learning and the development of skills in the field of Natural Sciences is to conduct field trips, properly integrated into the curriculum, and not as mere synthesis or reward activities for students. To this end, the teacher must prepare the activity promptly to act as mediator in the learning process, promoting the active construction of knowledge by the student.

The intertidal zone, also known as zone between tides, is an easily accessible marine biotope that establishes the boundary between the terrestrial and aquatic environments. Since the organisms that inhabit this area are subject to a wide range of abiotic factors, it is a privileged place to observe unique morphological and behavioural adaptations. The coastal zone is also a pedagogical space of excellence to promote a holistic view of the Earth System, which is fundamental to the formation of informed young people, capable of exercising an active and conscious citizenship in today's world.

Thus, a study was carried out to assess the impact of field trips (according to the model of Nir Orion, 1993) in the development of knowledge and attitudes in a convenience sample made up of students from the 8th grade of Natural Sciences. The field trip would take place at Castelo do Queijo beach, in order to address the interaction of earth systems and the influence of abiotic factors on the intertidal ecosystem.

However, due to the evolution of the pandemic by SARS-CoV-2, which causes an acute respiratory syndrome called COVID-19, starting on March 16, 2020, the presential classes changed to a distance learning regime and, therefore, this study was not implemented, as it had previously been designed. So, based on the literature review, it was done a reflection on the expected results. Therefore, it was deemed expectable that the field trip would have had a positive impact on the students' learning, promoting the acquisition of knowledge related to the themes involved, the development of scientific reasoning and fundamental skills for life in society.

Keywords: Field trips; Nir Orion (1993) model; inquiry-based teaching; Intertidal zone; Abiotic factors; Earth Systems.

Índice

Agradecimentos.....	I
Resumo	II
Abstract	IV
Índice.....	V
Lista de figuras	VII
Lista de tabelas.....	VII
Lista de abreviaturas.....	VII
Capítulo 1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação	2
1.2. Problema e objetivos da investigação	5
1.3. Organização do Relatório de Estágio	6
Capítulo 2. Enquadramento teórico.....	7
2.1. Enquadramento Científico	8
2.1.1. Intertidal Rochoso	8
2.1.2. Zonação das comunidades intertidais	11
2.1.3. Adaptações à vida entremarés.....	15
2.1.4. Subsistemas Terrestes	19
2.2. Enquadramento Educacional.....	22
Capítulo 3. Metodologia da Investigação	26
3.1. Classificação da Investigação	27
3.2. Técnicas e instrumentos de recolha.....	28
3.2.1. Guia de campo	28
3.2.2. Teste cognitivo.....	29
3.2.3. Validade e fiabilidade dos instrumentos de recolha.....	30
3.3. Caracterização da amostra	31
Capítulo 4. Programa de Intervenção	32
4.1. Planificação e Recursos educativos	32
4.2. Proposta de aplicação do Programa de Intervenção	34

4.2.1. Pré-Saída de Campo	36
4.2.2. Saída de Campo	37
4.2.3. Pós-Saída de Campo.....	38
Capítulo 5. Resultados e discussão	39
Capítulo 6. Conclusões.....	44
6.1. Conclusões gerais.....	44
6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações.....	45
6.3. Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional	47
Referências bibliográficas	50
Apêndices.....	60
Apêndice 1. Guia do Aluno.....	60
Apêndice 2. Guia do Professor.....	81
Apêndice 3. Mini-poster.....	104
Apêndice 4. Teste cognitivo	105
Apêndice 5. Planificação de Aulas	111
Apêndice 6. Apresentação multimédia	116

Lista de figuras

Figura 1 - Diagrama generalizado da formação de marés vivas e marés mortas.	10
Figura 2 - Esquema da zonação da região intertidal em substrato rochoso segundo Stephenson & Stephenson (1972) (Adaptado de Nybakken & Bertness. (2005, p.280)).	10
Figura 3 - Representação esquemática das adaptações à dessecação exibidas pelos organismos presentes na zona intertidal (Adaptado de Nybakken & Bertness. (2005, p.273)).	12
Figura 4 - Diferenças na absorção de calor em gastrópodes com diferentes tipos de concha (Adaptado de Nybakken & Bertness. (2005, p.274)).	12
Figura 5 - Modelo em espiral em que os conceitos surgem organizados do concreto para o abstrato.	16
Figura 6 - Os três fatores que definem o “Espaço novidade” (Adaptado de Orion, 1993, p.326).	16
Figura 7 - Praia do Castelo do Queijo.	16

Lista de tabelas

Tabela 1 – Descritores das aprendizagens essenciais estabelecidas para o 8º ano de escolaridade (Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2019, pp. 7-8).	5
Tabela 2 – Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção.	6

Lista de abreviaturas

AE – Aprendizagens Essenciais
EOI – Ensino Orientado para a Investigação
IPP – Iniciação à Prática Profissional
PES – Prática de Ensino Supervisionada
PI – Programa de Intervenção
TC – Trabalho de Campo
CMFD – Complexo Metamórfico da Foz do Douro

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta, portanto, da elaboração de um Programa de Intervenção (PI) a ser implementado numa turma do 8º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto.

Contudo, devido à evolução da pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, a partir do dia 16 de março de 2020, as aulas presenciais passaram para um regime de ensino à distância e, por conseguinte, não foi possível implementar este estudo da forma como tinha sido projetado. Ainda assim, pretende-se que este trabalho contribua para aumentar o conhecimento sobre o ensino e sobre a investigação educacional. Do mesmo modo, o estudo e os respetivos instrumentos ficam à disposição para serem aplicados no futuro ou servirem de base a futuras investigações.

A Iniciação à Prática Profissional corresponde à última etapa de um percurso formativo compreensivo, que visa o desenvolvimento de competências científicas, e sobretudo pedagógicas, que permitam ao futuro professor enfrentar os desafios futuros da sua profissão. Afinal, possibilita o primeiro contacto dos formandos com a realidade escolar, e tudo o que isso comporta, desde alunos a docentes com vasta experiência profissional. Esta partilha é, pois, um importante veículo para o desenvolvimento de competências sociais essenciais à prática do ensino.

Este período permite ao futuro docente a materialização dos conhecimentos teóricos adquiridos durante todo o mestrado. Este facto reveste-se de dupla importância, pois, não só lhe possibilita colocar em prática diversas metodologias e estratégias, como analisar a sua efetividade. A reflexão sobre as ações educativas é, ou deverá ser, parte integrante de qualquer atividade docente, porque a este compete motivar o processo educativo dos seus alunos, mas também melhorar-se continuamente ao longo da carreira. Em última instância, o IPP é fundamental para sedimentar todas as capacidades essenciais para o início da atividade profissional.

1.1. Contextualização da investigação

Mais do que nunca, hoje, a investigação é uma componente essencial na formação inicial de professores, tendo-se assistido ao desenvolvimento do construto professor-investigador. O professor deixou de ser um mero técnico, um executor de um currículo previamente definido, e abraçou a função de decisor, passando a ser um gestor e intérprete crítico de orientações globais (Alarcão, 2001). A investigação potencia um conjunto de atitudes e competências desejáveis a qualquer docente (Alarcão, 2001), pois o próprio ato de questionar, e consequente procura de respostas, é condição necessária para a evolução da ação docente. Questionar e refletir acerca do processo de ensino-aprendizagem, da relação educativa e das estratégias e metodologias empregues em sala de aula possibilitam um melhoramento progressivo da ação educativa, trazendo benefícios para o professor, para os alunos e para a educação em geral (Gay *et al.*, 2012; Nóvoa, 2017). Assim, a sua inclusão na formação inicial de professores revela-se um ponto fulcral para a geração de docentes completos e preparados para a escola de hoje, mesmo que não pretendam especializar-se na investigação em educação (Alarcão, 2001).

A educação científica deve acompanhar as transformações da ciência e da tecnologia vivenciadas em sociedade. Portanto, deve igualmente introduzir novas ideias e treinar competências de investigação como forma de permitir aos alunos a autorregulação das aprendizagens a satisfação pessoal e de responsabilização social. Não esquecer que a educação em ciência é um processo contínuo e o ensino formal tem a responsabilidade de preparar os indivíduos para aprenderem ao longo da vida (Martins, 2003).

Importa recordar que durante muito tempo o paradigma educativo centralizava-se exclusivamente na pessoa do professor. Este limitava-se a criar e transmitir conteúdos em formato expositivo, levando os alunos a assumir um papel passivo. Valorizava-se o conhecimento factual e a capacidade de memorização e reprodução dos conteúdos como uma aprendizagem bem-sucedida. A criatividade e o espírito crítico não eram estimulados. Atualmente, o paradigma é outro, e competências como as referidas, assim como a comunicação e a capacidade de resolução de problemas tornaram-se essenciais para o sucesso pessoal e profissional dos cidadãos. Deste modo, e de acordo com este novo paradigma, cabe ao professor a promoção das competências mencionadas.

Um dos problemas mais recorrentes no ensino, hoje em dia, é o desinteresse e os resultados pouco satisfatórios apresentados pelos discentes, grande parte

consequência de metodologias preferencialmente expositivas. São vários os relatórios da União Europeia que apontam os desafios para a Educação em Ciências, discutindo a necessidade de tornar a Ciência interessante para os alunos e o papel dos currículos de Ciências (Galvão, 2016).

Atualmente, segundo uma perspectiva de Ensino Orientado para a Investigação (EOI, do inglês *Inquiry-Based Teaching*), os principais objetivos do Ensino das Ciências são o desenvolvimento do raciocínio científico, nomeadamente o questionamento e a investigação, e o aumento da literacia científica (DeBoer, 2006). Os autores que propõem esta metodologia de ensino realçam a importância do Ensino das Ciências associado ao planeamento de atividades e à sua execução prática, uma vez que conduzem a uma melhor compreensão da natureza da ciência e do empreendimento científico (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Desta forma, o docente deve recorrer a processos de investigação científica e conhecimentos científicos, apoiando os alunos a desenvolver uma correta e acurada conceção de ciência (Baptista, 2010), aumentando, assim, a sua literacia científica nos seus três domínios principais: *saber* ciência, *saber fazer* ciência e *compreender* a natureza da ciência (Vasconcelos & Almeida, 2012). A inclusão deste tipo de ensino na sala de aula requer que os professores mudem o seu papel alterando a dinâmica das aulas e a tomada de decisões, correndo riscos de forma a enfrentarem as suas dificuldades e dilemas (Baptista, 2010).

O professor torna-se, assim, mediador de todo o processo, ao promover estratégias de ensino variadas, que relacionam o ensino dentro e fora da sala de aula, de modo a fomentar a aprendizagem significativa dos estudantes num ambiente estimulante.

Entre as várias possibilidades, uma das melhores formas de promover a aprendizagem significativa dos estudantes, enquanto se estimula o desenvolvimento de competências, é a realização de saídas de campo devidamente enquadradas com o currículo, particularmente na área das Ciências Naturais.

Segundo Cachapuz et al. (2004), é importante que o ensino das ciências explore sinergismos com a comunidade científica, fazendo uso do trabalho de campo, clubes de ciência, visitas a centros de investigação, instalações industriais, centros ou museus de ciência, como forma de potenciar as aprendizagens dos alunos, promovendo ligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Desta forma, a aprendizagem não deve ficar confinada aos muros da escola, mas antes ultrapassá-los, podendo efetuar-se noutros contextos informais, onde pode ser estimulada a construção colaborativa do conhecimento (Siemens, 2003, citado em Coutinho & Lisboa, 2011). Uma vez que as

Ciências integram múltiplos saberes, oferecem a possibilidade de diversificar os ambientes de aprendizagem, com especial destaque para a realização de atividades de campo.

Orion (1993) propõe um modelo organizativo que tem como finalidade a planificação e implementação de uma viagem de campo. Esta atividade não é vista como isolada, sendo antecedida por uma unidade de preparação designada de pré-viagem e seguida de uma unidade de síntese designada de pós-viagem.

Neste estudo pretende-se, assim, promover o trabalho de campo segundo o modelo organizativo de Nir Orion (1993) numa saída de campo à Praia do Castelo do Queijo, constituindo-se como uma atividade integrada na metodologia orientada para a investigação (EOI), com o desenvolvimento de conceitos científicos e atitudinais importantes na temática da interação entre os subsistemas terrestres e a influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal.

A compreensão das questões que afetam os subsistemas do planeta Terra é fundamental para o exercício de uma cidadania responsável. Afinal, compete à Escola dotar os jovens de competências necessárias para uma intervenção fundamentada na vida em sociedade. Neste sentido, importa sublinhar a necessidade de incutir uma visão holística sobre os fenómenos naturais que rodeiam o ser humano e que naturalmente afetam a sua ação, e vice-versa. É, pois, essencial o desenvolvimento de um raciocínio científico integrado, que facilite a permuta de conhecimentos entre diferentes temáticas e mesmo diferentes áreas do saber.

A temática científica abordada neste estudo, encontra-se alinhada com as Aprendizagens Essenciais (AE) estabelecidas pelo Ministério da Educação para o 8º ano de escolaridade. Estas incluem-se nos domínios “Terra – Um planeta com vida” e “Sustentabilidade na Terra” e subdomínios “Sistema Terra: da célula à biodiversidade” e “Ecossistemas”, correspondentemente (Tabela 1).

Tabela 1 – Descritores das aprendizagens essenciais estabelecidas para o 8º ano de escolaridade (Adaptado de Ministério da Educação e Ciência, 2019, pp. 7-8).

Domínio	
“Sustentabilidade na Terra”	“Terra - Um planeta com vida”
Subdomínio	
“Ecossistemas”	“Sistema Terra: da célula à biodiversidade”
• 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; • Interpretar a influência de alguns fatores abióticos nos ecossistemas, em geral, e aplicá-la em exemplos da região envolvente da escola.	• Distinguir o sistema Terra dos seus subsistemas, identificando as potencialidades dos mesmos na geração da vida na Terra; • Analisar criticamente o papel das rochas e do solo na existência de vida no meio terrestre e dos subsistemas na manutenção da vida.

1.2. Problema e objetivos da investigação

O desenvolvimento deste estudo procurou avaliar o impacto da utilização das saídas de campo (organizadas segundo o modelo desenvolvido por Nir Orion, 1993) no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, na temática da interação dos subsistemas terrestres e da influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal.

Para responder ao problema de investigação proposto, e de forma a direcionar este estudo, foram delineados três tipos de objetivos - conceituais, educacionais e profissionais, que se encontram descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Objetivos conceituais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção.

Objetivos	
Objetivos conceituais	• Explicar a interação entre os subsistemas terrestres num ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra; • Explorar a influência dos fatores abióticos nas adaptações morfológicas e comportamentais dos seres vivos presentes na zona intertidal.
Objetivos educacionais	• Promover o raciocínio científico e a literacia científica através do trabalho de campo no ensino das Ciências Naturais; • Fomentar o gosto pelo trabalho de campo, como parte integrante do estudo das Ciências Naturais.
Objetivos profissionais	• Adquirir e desenvolver competências profissionais no âmbito da preparação e aplicação duma saída de campo segundo o modelo de Nir Orion (1993); • Fomentar competências no âmbito da Investigação Educacional.

Os objetivos conceituais explanados na tabela 2 e propostos neste estudo, resultaram da adaptação das aprendizagens essenciais preconizadas para o 8º ano de escolaridade anteriormente apresentadas (tabela 1).

1.3. Organização do Relatório de Estágio

O presente documento encontra-se estruturado em seis capítulos, ao longo dos quais é apresentada a introdução, justificação e propósito do estudo, enquadramento científico e educacional, metodologia de investigação, resultados, discussão e conclusões expectáveis. A estes acrescem as referências bibliográficas e os apêndices.

No primeiro capítulo, é feita uma breve introdução da investigação, clarificando o propósito da mesma. Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. O primeiro trata da contextualização da investigação, ao longo do qual se procede ao enquadramento e justificação do estudo, bem como à contextualização curricular da temática escolhida. No segundo subcapítulo, problema e objetivos da investigação, é

apresentado o problema de investigação selecionado, bem como os objetivos conceituais, educacionais e profissionais. Por fim, no último subcapítulo, organização do relatório de estágio, é elaborada uma descrição sucinta de cada um dos capítulos que constituem o presente documento.

O segundo capítulo é dedicado ao enquadramento teórico, alicerça o corpo conceitual que fundamenta este estudo, resultante da pesquisa e análise bibliográfica de literatura científica inerente ao tema. No primeiro subcapítulo é explicitado o enquadramento relativo ao intertidal rochoso, à zonation das comunidades intertidais, às adaptações à vida entremarés e aos subsistemas terrestres. O segundo subcapítulo, inclui o enquadramento educacional relativo ao EOI e às saídas de campo como estratégia de ensino.

O terceiro capítulo, metodologia da investigação, encontra-se dividido em três subcapítulos. No primeiro, classificação da investigação, define-se a investigação, no segundo, técnicas e instrumentos de recolha de dados, referem-se as técnicas de recolha de dados e respetivos instrumentos e, finalmente, no terceiro, caracterização da amostra, descreve-se a amostra selecionada para a investigação.

O Programa de Intervenção é exposto no capítulo 4, o qual inclui o planeamento e construção dos recursos educativos. No capítulo 5 é efetuada a discussão dos resultados expectáveis da aplicação deste estudo (diz-se expectáveis dado a implementação não ter sido realizada devido à pandemia).

Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões que se esperavam obter com este estudo e que se escreveram com base nos pressupostos obtidos com revisão de literatura. Este último capítulo é composto por três subcapítulos. No primeiro encontram-se as conclusões gerais, no segundo são referidas as limitações desta investigação e, no terceiro, são elencados os contributos deste estudo para o desenvolvimento profissional da futura docente.

Aos capítulos supramencionados acrescem as referências bibliográficas e os apêndices, que possibilitam uma melhor compreensão do trabalho desenvolvido.

Capítulo 2. Enquadramento teórico

Todas as investigações implicam, antes da sua execução, a realização de uma revisão bibliográfica dos conhecimentos científicos pertinentes para sustentar teoricamente a mesma.

Neste sentido, este capítulo encontra-se estruturado em duas partes. A primeira corresponde ao enquadramento científico, explorando-se os conteúdos conceituais relevantes deste estudo. A segunda parte inclui o enquadramento educacional, onde é definida a estratégia de ensino utilizada, a saída de campo, o seu enquadramento no Ensino Orientado para a Investigação e a análise sobre a sua utilização, quer para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, quer para a aquisição de competências por parte dos alunos.

2.1. Enquadramento Científico

2.1.1. Intertidal Rochoso

Portugal Continental possui uma extensa área litoral. A sua linha de costa estende-se desde Caminha até Vila Real de Santo António, perfazendo um total de 963 Km (Carvalho, 2014). A maioria da população vive no litoral, pelo que naturalmente retira múltiplos benefícios da sua interação com este. Por outro lado, o litoral fica, também, suscetível ao impacto das atividades do Homem, o que resulta em problemas como a urbanização, a poluição, a introdução de espécies exóticas, alterações da zona costeira e consequências geradas por atividades como o turismo (Thompson *et al.*, 2002).

A zona intertidal, como parte do litoral, desperta há muito interesse nos biólogos (Boaventura *et al.*, 2000). Esta zona, também conhecida como zona entremarés, estabelece a fronteira entre o domínio terrestre e marinho, sendo uma zona de transição que apresenta um gradiente bastante acentuado das condições ambientais que determinam quais os organismos que a colonizam e como se distribuem (Castro & Huber, 2007). É um dos biótopos marinhos mais bem estudados pela comunidade científica quando comparado com qualquer outro habitat marinho, uma vez que é facilmente acessível e apresenta uma elevada diversidade específica (Nybakken & Bertness, 2005; Raffaelli & Hawkins, 2012; Hawkins *et al.*, 2019). De realçar, que esta zona é uma extensão do ambiente marinho e, por isso, é povoada quase exclusivamente por organismos de origem marinha. Acresce que os seres vivos aqui presentes são facilmente observáveis durante a maré baixa sem recurso a equipamento especial, pois são na sua maioria organismos macroscópicos e de movimento lento ou sésil (Connell, 1972; Underwood, 2000; Fish & Fish, 2011).

Devido às características mencionadas, a zona intertidal de substrato rochoso torna-se um local privilegiado para o estudo das relações entre fatores bióticos e

abióticos, interações e padrões ecológicos da natureza (Stillman & Somero, 1996; Helmuth *et al.*, 2006), sendo igualmente um local de excelência para a realização de experimentação científica *in situ* com organismos marinhos e para a promoção de educação ambiental. Neste sentido, a utilização da zona litoral como espaço pedagógico, através da realização de saídas de campo, articuladas com os conteúdos programáticos abordados na sala de aula, pode contribuir para formar cidadãos com maiores competências para desenvolverem comportamentos que visem a proteção dos ecossistemas costeiros (Pato *et al.*, 2007; Ravara & Gonçalves, 2007).

Ao longo da orla costeira encontram-se vários tipos de praias, tanto no que diz respeito ao tipo de substrato como à sua geomorfologia. A maioria destas praias pode, no entanto, ser incluída num dos quatro tipos seguintes: praias rochosas, praias de seixos, praias arenosas ou praias vasosas (os três últimos tipos podem ser designados por substrato móvel) (Campbell *et al.*, 1994). Note-se, no entanto, que as praias não são estáticas, estando sujeitas a um efeito de erosão permanente ou aos efeitos da acumulação de materiais provenientes do mar ou dos rios adjacentes.

As praias rochosas são o tipo de praia mais variável, dependendo em grande parte da natureza da rocha presente (Campbell *et al.*, 1994). Estas surgem devido aos efeitos erosivos das ondas no litoral, que desgastam os materiais mais macios e transportam-nos para longe, deixando as rochas mais duras expostas (Tait & Dipper, 1998). A natureza dos substratos influencia a colonização, sendo que os substratos duros, por possuírem maior estabilidade (ao invés do substrato macio/móvel), permitem maior fixação e fornecem abrigo a várias comunidades biológicas (Lloréns *et al.*, 2012). Para além da superfície rochosa, sobre a qual se fixam inúmeros organismos, existem também uma série de micro-habitats (poças, fendas, grutas, pedras, etc.) que permitem a existência de uma fauna e flora diversificadas (Campbell *et al.*, 1994).

Os ecossistemas são um elemento importante para o desenvolvimento de vida, sendo entendidos como “um conjunto de organismos vivos que ocupam uma determinada área, também descritos como comunidades que interagem continuamente entre si e com o ambiente físico (fatores abióticos)” (Hickman, 2001, p. 826). Neste caso, nos ecossistemas entremarés (ou zona intertidal) é observável uma maior flutuação dos fatores abióticos sobre os organismos, através da sua presença ou ausência, e pela sua distribuição (vertical e horizontal) no habitat (Stephenson, 1942; Lloréns *et al.*, 2012). Essa flutuação na região intertidal é muito mais acentuada do que noutros ambientes marinhos, sendo maioritariamente influenciada pela ação das marés e pelo hidrodinamismo (ação das ondas).

Marés

As marés podem ser definidas como movimentos periódicos e previsíveis de subida e descida do nível das águas (preia-mar e baixa-mar, respetivamente), sendo o resultado da interação existente entre a força de atração do Sol e da Lua sobre a Terra, e a força centrífuga gerada pela rotação do sistema Terra-Lua (Nybakken & Bertness, 2005). As chamadas marés vivas ocorrem nos períodos de Lua Nova e Lua Cheia, quando o Sol e a Lua se encontram diretamente alinhados. Nestes períodos, as forças gravitacionais estão no seu máximo originando marés de grande amplitude. Por outro lado, as chamadas marés mortas ocorrem nos períodos de quarto crescente e minguante, uma vez que nestas fases o Sol e a Lua se encontram em quadratura, formando um ângulo de 90° com a Terra. As forças gravitacionais em ação atuam em oposição, e por estarem no seu mínimo dão origem a marés de fraca amplitude (figura 1) (Nybakken & Bertness, 2005).

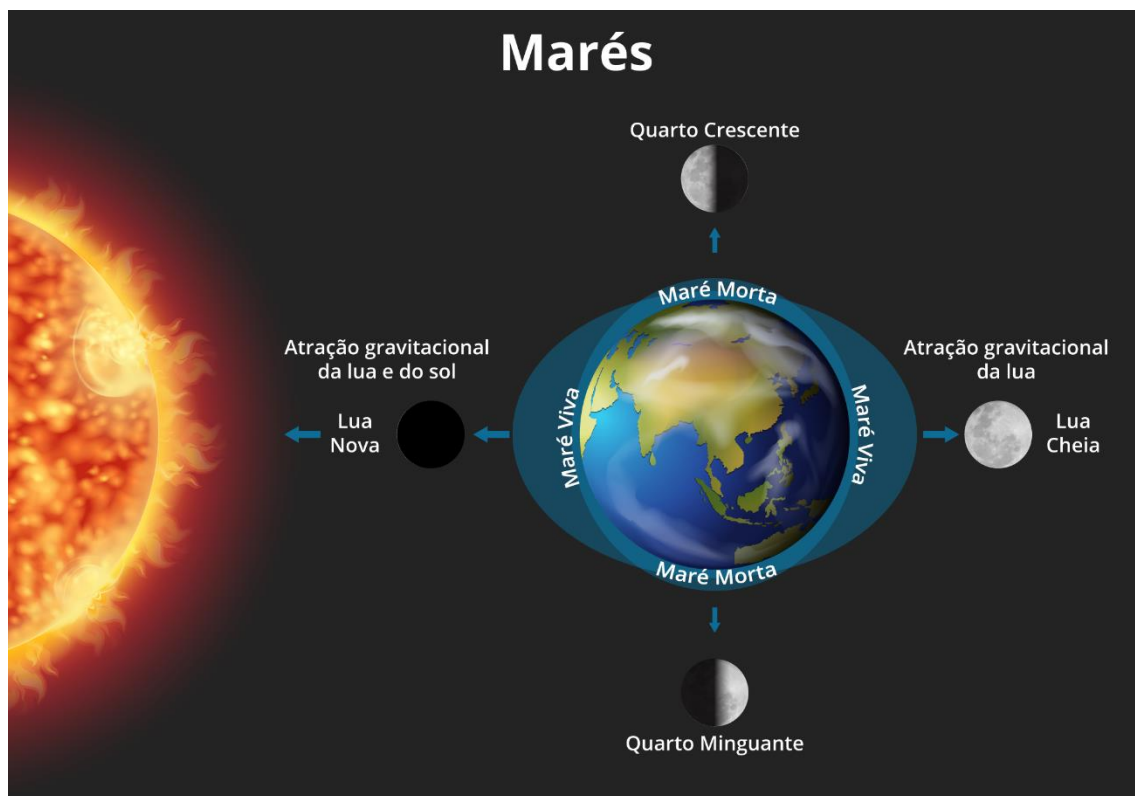


Figura 1 - Diagrama generalizado da formação de marés vivas e marés mortas.

No entanto, existe também um ciclo anual menos perceptível. Uma vez que nos equinócios (março e setembro) o sol e a lua se dispõem em linha reta e a amplitude das marés é especialmente grande. Por outro lado, nos solstícios (dezembro e junho) a amplitude das marés é muito pequena (Campbell *et al.*, 1994).

O regime de marés impõe à região litoral uma alternância entre períodos de emersão e imersão, sendo que nas marés semidiurnas (o tipo de marés que se verificam na costa portuguesa), o ciclo de preia-mar (nível máximo) e baixa-mar (nível mínimo) é repetido duas vezes por dia (Santos, 1994). Assim, a ação das ondas manifesta-se de uma forma não previsível (por oposição às marés) e o hidrodinamismo é igualmente um fator responsável pela forma como os organismos se distribuem pela zona intertidal.

2.1.2. Zonação das comunidades intertidais

Face às variações de marés e às diferentes condições que se verificam na zona intertidal entre os níveis mais baixos e os mais elevados, a colonização do substrato rochoso não se faz sempre da mesma forma ao longo de um perfil vertical. Segundo Cabioc'h et al., (1995) em cada ponto existe um conjunto de condições a que correspondem populações específicas de seres vivos. A variação destas condições resulta em contrastes pronunciados na composição das populações, originado um fenómeno designado por zonação (Stephenson, 1942; Nybakken & Bertness, 2005).

Trata-se de uma disposição dos organismos em zonas sensivelmente paralelas ao nível do mar e com alturas determinadas, formando estratos, neste caso, biológicos. Cada zona, ou banda, distingue-se das outras adjacentes por diferenças de cor, morfologia do organismo dominante, ou alguma combinação de cor e morfologia (Nybakken & Bertness, 2005).

As diferentes zonas apresentam um conjunto de organismos característicos que requerem adaptações especiais às condições ecológicas de cada zona em questão (Castro & Huber, 2007). O stress fisiológico promovido pela exposição ao ar, imposto às espécies marinhas ao longo do perfil vertical de uma praia, está diretamente relacionado com a amplitude de maré. Sendo assim, a zonação dos organismos intertidais resulta em grande parte da adaptação destes a um gradiente de condições físicas que, em última análise, é consequência das variações periódicas do nível do mar (Santos, 1994).

Concomitantemente, as marés, a temperatura, a ação das ondas (hidrodinamismo), a salinidade e a natureza do substrato são fatores abióticos que podem influenciar a diversidade e distribuição biológica na zona intertidal. É de salientar, igualmente, que esta mesma diversidade e distribuição pode ser afetada por fatores biológicos (Boaventura et al., 2000). Este facto veio substituir o paradigma vigente de que o limite superior da área de colonização de um determinado organismo é

estabelecido por fatores físicos enquanto o limite inferior é estabelecido tendo em conta parâmetros biológicos. Com efeito, estudos recentes mostram a importância dos fatores biológicos, tais como a predação (Silva *et al.*, 2010), herbivoria (Boaventura *et al.*, 2002b), a competição interespecífica (Boaventura *et al.*, 2002c) e a competição intraespecífica (Boaventura *et al.*, 2003), também na distribuição dos limites superiores de algumas espécies.

A descrição dos padrões de zonação assenta precisamente em esquemas denominados “biológicos”, uma vez que as diversas zonas são definidas pela ocorrência de determinados organismos característicos e não por limites físicos (Santos, 1994).

A classificação proposta por Stephenson e Stephenson (1949, 1972) continua a ser aceite pela comunidade científica como “a mais universal” para descrever a zonação de praias rochosas. Segundo este modelo (1972), a zona litoral corresponde à área entre o EHWS (*Extreme High Water Spring*) e o ELWS (*Extreme Low Water Spring*), o que inclui a zona infralitoral e parte da zona supralitoral (Stephenson & Stephenson, 1972; Boaventura *et al.*, 2000). Estes autores subdividiram a zona intertidal em três zonas distintas: uma superior, caracterizada pela presença de líquenes incrustantes, cianobactérias e pequenos gastrópodes do género litorina e isópodes - supralitoral; uma intermédia, onde predominam os crustáceos cirrípedes e mexilhões - mediolitoral; e uma inferior, dominada por algas vermelhas e castanhas – infralitoral (figura 2).

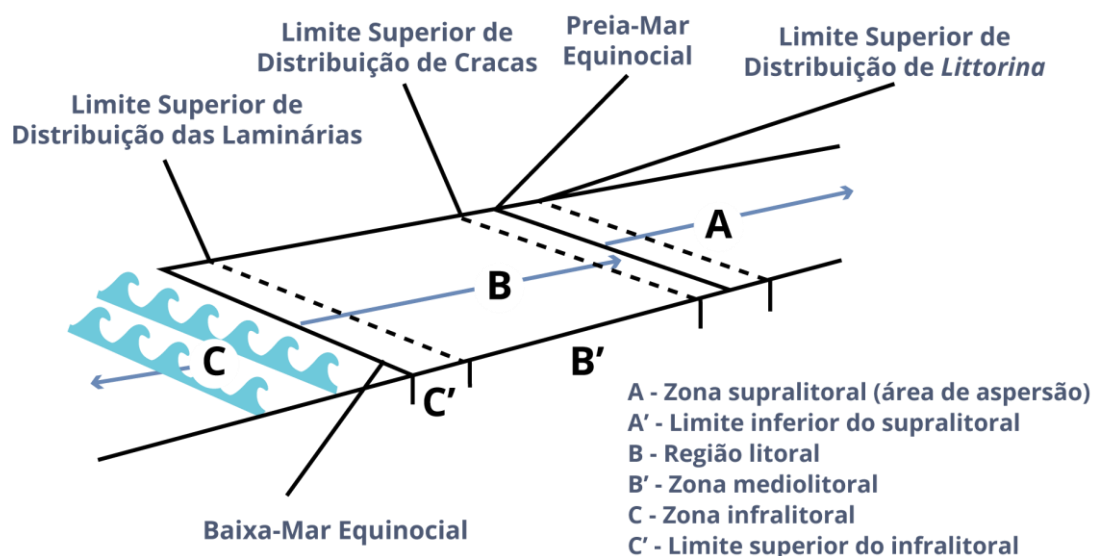


Figura 4 - Esquema da zonação da região intertidal em substrato rochoso. Figura 5 - Representação esquemática das adaptações à dessecação exibidas pelos organismos presentes na zona intertidal (Adaptado de Nybakken & Bertness. (2005,

Supralitoral

Os primeiros povoamentos marinhos que surgem logo a seguir ao domínio terrestre, sobre substrato rochoso, e constituem a zona supralitoral, formam um biótopo particular. A extensão vertical da zona supralitoral é variável, sendo em grande parte resultado da exposição da costa ao hidrodinamismo e à amplitude das marés (Saldanha, 2003).

Os organismos que colonizam esta zona encontram-se expostos a uma emersão quase contínua, ficando imersos apenas quando ocorrem marés de grande amplitude. Estes organismos estão, então, sujeitos a condições extremas (baixo grau de humidade, grandes variações de temperatura e salinidade devido à evaporação e precipitação) (Castro & Huber, 2007), estando aptos a sobreviver fora de água por longos períodos. Encontram-se maioritariamente sujeitos à aspersão de gotículas de água provenientes da ação das ondas.

As espécies mais características desta zona são os gastrópodes, nomeadamente a espécie *Melarhappe neritoides* (Linnaeus, 1758), o líquen negro incrustante, *Verrucaria maura* (Wahlenberg, 1803) e o crustáceo isópode *Ligia oceanica* (Linnaeus, 1767) (Boaventura *et al.*, 2002; Saldanha, 2003). O gastrópode *M. neritoides*, pode ser encontrado em grandes números em fissuras rochosas, sendo que as rochas presentes nesta zona apresentam uma coloração acinzentada face à presença de algas azuis microscópicas que vivem no interior da rocha. Esta coloração inconfundível permite estabelecer o limite superior da zona supralitoral, que delimita a fronteira entre o domínio terrestre e marinho (Saldanha, 2003).

Nos locais mais abrigados observa-se o aparecimento do líquen *Verrucaria maura*, cujo aspeto lembra manchas de alcatrão sobre as rochas (Saldanha, 2003). O crustáceo isópode *Ligia oceanica* pode ocorrer por vezes em densidades elevadas em fissuras e pequenas concavidades rochosas, refugiando-se nestes abrigos com maiores níveis de humidade de modo a evitar a dessecação nos períodos em que a temperatura do ar é mais elevada (Saldanha, 2003).

Mediolitoral

A zona intermédia, designada por mediolitoral, é normalmente a mais ampla em extensão e caracteriza-se pela presença de organismos que suportam e/ou necessitam de emersões e imersões periódicas.

No limite superior do mediolitoral dominam espécies tolerantes à dessecação, radiação solar e temperaturas elevadas (Lloréns *et al.*, 2012). Os primeiros organismos

que colonizam o mediolitoral, imediatamente abaixo dos povoamentos do supralitoral, são os crustáceos cirrípedes *Chthamalus* spp.. Em locais caracterizados por apresentarem um elevado hidrodinamismo, este organismo pode ocupar praticamente toda a extensão da superfície rochosa existente nesta zona (Saldanha, 2003), podendo coexistir várias espécies do género *Patella* (vulgarmente conhecidos como lapas).

Por outro lado, na região inferior do mediolitoral existem comunidades muito densas de mexilhões, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) (Boaventura *et al.*, 2002; Saldanha, 2003). Também se observa uma grande variedade de espécies de gastrópodes, como os géneros *Phorcus* (*P. lineatus* (da Costa, 1778) e *P. sauciatus* (Koch, 1845)) e *Steromphala umbilicalis* (da Costa, 1778), que apresentam uma distribuição ampla; já a *Nucella lapillus* (Linnaeus, 1758) ocorre maioritariamente na parte inferior juntamente com os mexilhões (Boaventura *et al.*, 2002).

O limite inferior deste andar é delimitado pela ocorrência da alga calcária, *Tenarea tortuosa* (Me.Lemoine, 1910) (Saldanha, 2003). Junto a esta pode encontrar-se um outro crustáceo cirrípede, *Perforatus perforatus* (Bruguière, 1789), que por vezes estabelece a transição entre o andar mediolitoral e infralitoral (Saldanha, 2003).

Em locais caracterizados por um hidrodinamismo mais atenuado, pode observar-se no limite superior do andar uma cintura de cor negra constituída pelo líquen *Lichina pygmaea* (C. Agardh, 1817), e na parte inferior uma outra cintura formada pela alga *Fucus spiralis* (Linnaeus, 1753). Nestas condições menos expostas, a transição para os povoamentos infralitorais é detetada através da presença de *Perforatus perforatus*, pois a alga calcária *Tenarea tortuosa* tende a estar ausente ou a formar placas de dimensões muito reduzidas (Saldanha, 2003).

É importante salientar que na zona mediolitoral encontram-se, por vezes, poças de maré que resultam da forte erosão por ação das ondas do mar e das diferenças geológicas de cada região. Estas poças permanecem repletas de água, mesmo durante os períodos de baixa-mar e criam as condições ambientais existentes na zona infralitoral, funcionando como enclaves do infralitoral no andar mediolitoral. Na maioria das situações encontram-se forradas pela alga calcária incrustante *Lithophyllum incrustans* (Philippi, 1837) e albergam vários organismos que ocorrem mais regularmente no infralitoral, entre os quais o ouriço do mar, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) (Saldanha, 2003). As poças que contêm no seu interior seixos rolados tendem a apresentar uma diversidade de organismos mais reduzida, uma vez que o stress mecânico promovido pelo rolar dos seixos no interior da poça (resultante da ação das ondas) impede a fixação e colonização da maioria dos organismos.

Infralitoral

A zona infralitoral é constituída por povoamentos permanentemente imersos ou raramente emersos (Castro & Huber, 2007). Modo geral, é aceite que o infralitoral se estende desde o limite inferior do mediolitoral até à profundidade compatível com a colonização das algas fotófilas (algas que exigem luminosidade elevada para sobreviver).

Na costa continental portuguesa o nível inferior do andar infralitoral pode estender-se até aos 20-24m de profundidade (Saldanha, 2003). Os padrões de zonação da zona infralitoral das costas rochosas do norte variam consideravelmente das regiões centro e sul. Por conseguinte, as costas do Norte distinguem-se pela presença de algas castanhas (*Laminaria* spp., *Saccorhiza polyschides* (Batters, 1902)), bem como pela presença da alga vermelha *Mastocarpus stellatus* (Guiry, 1984). A zona infralitoral das regiões centro e sul são dominadas por tufos de algas vermelhas (*Corallina* spp., *Plocamium cartilagineum* ((Linnaeus) P.S.Dixon, 1967), *Caulacanthus ustulatus* ((Mertens ex Turner) Kützinger, 1843), *Gelidium* spp., entre outras). Relativamente à fauna, na zona infralitoral podemos observar, na sua maioria, *Patella ulyssiponensis* (Gmelin, 1791), *Paracentrotus lividus* e *Sabellaria alveolata* (Linnaeus, 1767) (Boaventura et al., 2002).

2.1.3. Adaptações à vida entremarés

A alternância entre períodos de emersão e imersão, bem como a sua duração, frequência e momento de exposição ao longo do dia, tem um profundo impacto nos organismos intertidais, uma vez que influencia o tempo de exposição ao ar, induzindo nestes diferentes ritmos de atividade (Boaventura, 2000).

Para colmatar os impactos negativos associados à exposição periódica ao ar, os organismos que colonizam este biótopo apresentam adaptações particulares para evitar os efeitos deletérios provocados pela dessecação e para assegurar a manutenção do seu balanço térmico e respiratório (Nybakken & Bertness, 2005).

Durante a emersão os organismos marinhos têm de fazer face às perdas de água que resultam da exposição ao ar (figura 3). Alguns organismos móveis, como uma das espécies de caranguejo mais comum na zona intertidal, *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787), refugiam-se em pequenas poças ou fendas rochosas com elevados níveis de humidade (Nybakken & Bertness, 2005). Outros organismos procuram refúgio noutros micro-habitats que conservam humidade, tais como entre algas ou debaixo de

rochas e/ou clastos rolados. No entanto, alguns organismos de corpo mole apresentam maiores dificuldades para evitar as perdas de água. Algumas anêmonas (por exemplo, *Actinia equina* (Linnaeus, 1758)) encontram refúgio no meio de crustáceos cirrípedes e/ou gastrópodes e minimizam as perdas de água ao recolherem os seus tentáculos e segregarem um muco que recobre a sua superfície corporal durante os períodos de emersão (Nybakken & Bertness, 2005).

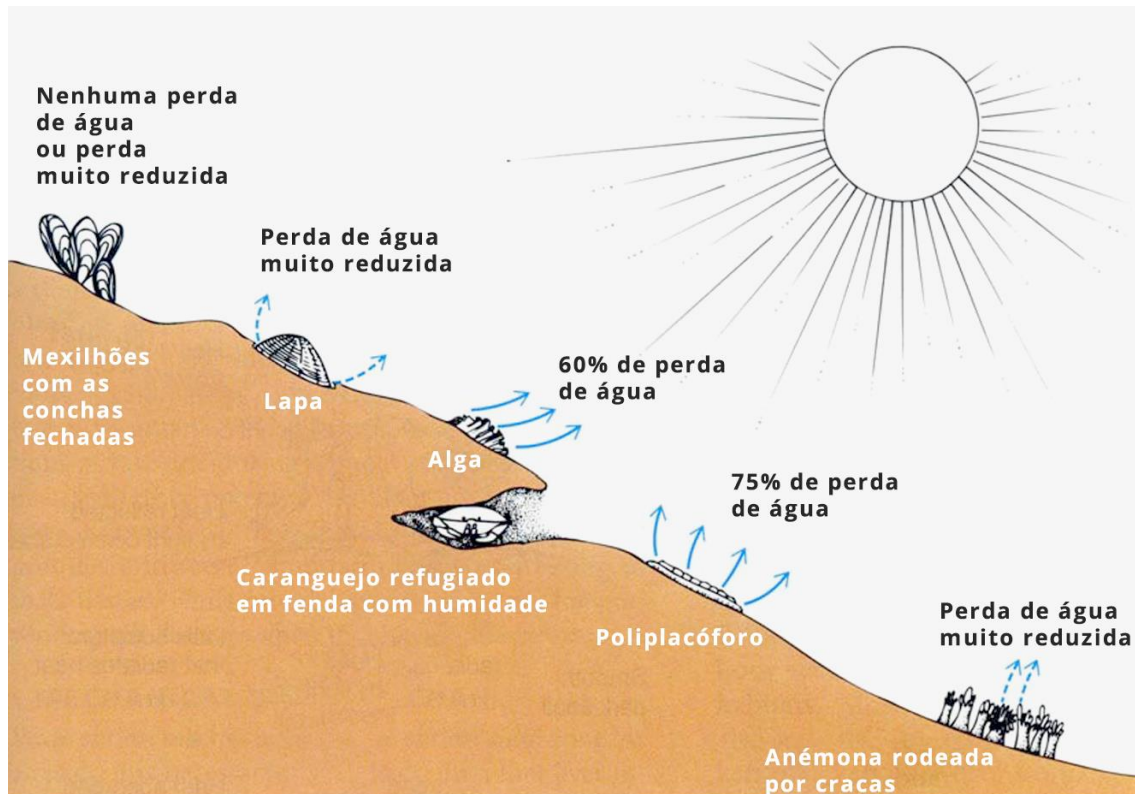


Figura 7 - Representação esquemática das adaptações dos organismos à perda de água durante a emersão. Figura 8 - Modelo em espiral em que os conceitos surgem organizados do concreto para o abstrato.

As algas são organismos sésseis e, como tal, não podem procurar refúgio em micro-habitats durante os períodos de emersão. Os tecidos destes organismos desenvolveram a capacidade de suportar perdas de água acentuadas. Algumas destas espécies (por exemplo, *Fucus* spp.) apresentam um aspeto seco e quebradiço após a ocorrência de períodos de exposição ao ar bastante longos durante a baixa-mar. Porém, após a sua reimersão, recuperam rapidamente os seus teores em água, reassumindo as funções vitais que haviam sido suspensas aquando da emersão. Outros organismos que apresentam mecanismos semelhantes são os gastrópodes, como lapas do género *Patella* que podem suportar perdas de água de até 70%.

Na zona intertidal outros organismos evitam a dessecação através de mecanismos estruturais e/ou comportamentais. Os organismos sésseis evitam a perda de água ao fecharem as suas conchas durante a maré baixa. Os mexilhões e outros bivalves selam as suas conchas de forma a minimizar a dessecação. As lapas têm uma “homescar” nas quais as suas conchas encaixam, e para onde regressam durante a maré baixa. Alguns caracóis (por exemplo, géneros *Littorina*, *Steromphala*) apresentam um opérculo que fecha a sua concha e sela o organismo no seu interior, evitando deste modo quaisquer perdas de água (Nybakken & Bertness, 2005).

Os períodos de emersão na zona intertidal podem igualmente resultar na indução de stress térmico nos organismos que colonizam este habitat. As variações de temperatura sentidas nesta zona são muito amplas quando comparadas com a divisão oceânica, visto que durante um certo período do dia está exposta a temperaturas terrestres que apresentam grandes amplitudes (Nybakken & Bertness, 2005; Castro & Huber, 2007). Este facto pode levar os organismos a excederem os seus limites de temperatura, especialmente nos períodos de baixa-mar, levando à sua debilitação ou mesmo morte.

Atendendo ao momento (dia ou estação do ano) em que ocorre a exposição ao ar, os organismos intertidais podem também sofrer com a temperatura de modo indireto. Quando a baixa-mar ocorre durante o dia, o aumento da temperatura é superior comparativamente à sua ocorrência em período noturno, devido à insolação, o que pode apressar e intensificar os fenómenos de dessecação. Deste modo, as espécies presentes na zona intertidal podem apresentar mecanismos que impedem o ganho de calor ou que maximizam a perda de calor.

Os organismos que apresentam uma baixa relação área/volume têm uma menor tendência a ganhar calor, uma vez que apresentam uma menor superfície corporal exposta ao ar. Adicionalmente, um organismo que apresente um volume corporal maior levará mais tempo a aumentar a sua temperatura. Um exemplo que ilustra esta estratégia de minimização de stress térmico é o dos gastrópodes *Littorina*, sendo comum observar indivíduos de maiores dimensões mais afastados do mar (logo mais expostos a stress térmico) e os de menores dimensões mais próximos da linha de água (Nybakken & Bertness, 2005). Nos gastrópodes com concha (vulgarmente designados por caracóis ou burriés), aqueles que exibem conchas com uma coloração mais clara e/ou estrias e saliências proeminentes refletem a luz e conseguem evitar uma maior absorção de calor do que aqueles com conchas escuras e/ou lisas (figura 4). Uma outra estratégia desenvolvida por crustáceos cirrípedes (por exemplo, *Chthamalus*) e lapas (por exemplo, *Patella*) é a evaporação de água corporal (Nybakken & Bertness, 2005).

Esta estratégia pode, eventualmente, colocar alguns problemas a estes organismos em situações de emersão e exposição a temperaturas do ar muito elevadas, pois ficam mais vulneráveis à dessecação. Alguns destes organismos podem mesmo acumular alguma água em cavidades situadas entre a sua massa corporal e as conchas, de modo a que esta possa ser utilizada na minimização de qualquer potencial stress térmico.

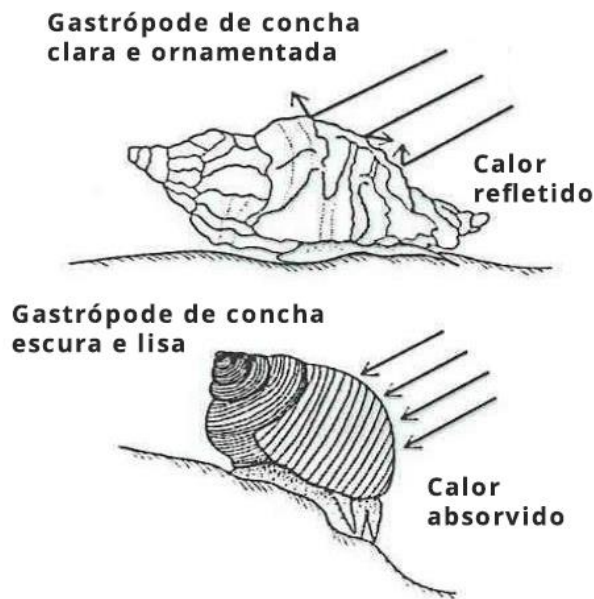


Figura 12 - Diferenças na absorção de calor em gastrópodes com diferentes tipos de concha (Adaptado de Nybakken & Berteness. (2005, p.274)).

Os organismos que colonizam a zona intertidal estão potencialmente expostos direta, ou indiretamente, ao stress mecânico provocado pela ação das ondas. As ondas, pela sua força, podem levar ao esmagamento ou afastamento dos seres vivos. Deste modo, a estratégia de muitos dos organismos deste habitat é fixarem-se ao substrato (sésseis), evitando o desalojamento. É o caso dos crustáceos cirrípedes *Chthamalus*, as esponjas e várias algas que se fixam fortemente ao substrato através de um pedúnculo.

Outros organismos têm como estratégia a utilização de um mecanismo de fixação forte, mas temporário, por exemplo o bisso dos mexilhões e os pés ambulacrários dos ouriços-do-mar. Estes meios de fixação podem ser quebrados e posteriormente reestabelecidos, permitindo um movimento lento aos organismos. No caso de alguns moluscos, estes evitam ser desalojados através de um pé musculado que os fixa ao substrato rochoso e de uma concha espessa achatada que lhes confere menor resistência quando expostos à ação das ondas. Já organismos como os

caranguejos não têm formas de fixação especiais e evitam ser desalojados do substrato abrigoando-se em fendas e cavidades (Nybakken & Bertness, 2005).

As ondas vão também ampliar a extensão vertical da zona intertidal pois amplificam os movimentos da água devido ao fenómeno das marés, permitindo que alguns seres vivos apareçam em zonas acima do normal. No que diz respeito aos efeitos indiretos, as ondas permitem uma melhor oxigenação da água e do substrato, visto que os seus movimentos permitem uma melhor mistura de gases com a água e com o substrato. Desta forma, a concentração em oxigénio não constituirá um fator limitante, na maioria das zonas costeiras. Outro efeito, ao qual se atribui menor interesse ecológico, é a diminuição da penetração da luz nestas zonas, devido à turbulência constante das ondas.

A salinidade só afeta os organismos intertidais quando a praia recebe o escoamento de grandes chuvadas na altura da baixa-mar ou quando a praia recebe o escoamento de grandes chuvadas ocorridas em ambiente terrestre. Estas situações conduzem à diminuição da concentração de sais, o que poderá ultrapassar os limites de tolerância mínimos para este fator. Porém, há a considerar que alguns dos seres que aqui habitam são eurialinos e os outros que não conseguem regular-se osmoticamente utilizam os mesmos mecanismos usados contra a dessecação (Nybakken & Bertness, 2005; Castro & Huber, 2007).

2.1.4. Subsistemas Terrestes

Nas últimas décadas, a compreensão científica da Terra mudou drasticamente, e os cientistas têm vindo a estudar aspetos da Terra como um sistema planetário integrado, percebendo que o homem tem uma grande influência nesse sistema (Angus, 2016). Atualmente, o paradigma vigente da investigação em ciências espaciais e da Terra reconhece a Terra como um sistema integrado de múltiplos componentes e processos (Hoffman & Barstow, 2007). Frank Oldfield e Will Steffen (Angus, 2016) definiram o Sistema Terrestre como um sistema materialmente fechado que possui uma fonte de energia externa primária, o sol. Os seus principais componentes dinâmicos são um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos interligados que transportam e transformam matéria e energia dentro do sistema. Os processos biológicos e ecológicos dentro deste sistema são, então, parte integrante do seu funcionamento, não apenas respondentes passivos. Consequentemente, os seres humanos, as suas atividades e as sociedades são parte do sistema terrestre, e não uma força externa que perturba o sistema natural (Oldfield & Steffen, 2004).

O Sistema Terra é constituído por um conjunto de quatro subsistemas principais abertos – geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera - que efetuam, entre si, trocas de matéria e energia. A constante interação entre estes subsistemas é facilmente observável em vários locais do nosso planeta, em especial no contexto de zona costeira como o apresentado na praia do Castelo do Queijo. Os subsistemas hidrosfera e atmosfera, que correspondem respetivamente à totalidade da água presente na Terra e à camada gasosa que a envolve, interagem essencialmente através do ciclo da água e garantem a existência de vida, que permite a existência da biosfera. A interação entre os subsistemas geosfera e biosfera, que compreendem a parte sólida da Terra (representada pelos continentes, fundos oceânicos e interior do planeta) e o conjunto de todos os seres vivos que lá habitam, define-se pela formação de rochas a partir do metabolismo dos seres vivos, como as rochas sedimentares biogénicas, e pela ação dos seres vivos nas rochas, que atuam como importantes agentes de meteorização física e química, contribuindo para a formação de rochas sedimentares detríticas. São estas interações que tornam o nosso planeta tão dinâmico.

Segundo Mayer (1997), o mundo mudou, por isso a ciência e o currículo de ciências devem também acompanhar essa mudança. Como Lovelock explica na sua Teoria de Gaia, os quatro subsistemas da Terra são o ponto de partida para uma visão holística do nosso planeta, compreendendo qualquer processo que ocorra como um fenómeno ambiental (Lovelock, 2000). Neste sentido, a ausência de uma correta integração deste tópico no currículo prejudica o desenvolvimento de uma sociedade informada, consciente das consequências nefastas geradas pela exploração indisciplinada, e passiva, dos recursos do planeta.

Os esforços para chamar a atenção para a necessidade de mudança começaram com o programa de Educação dos Sistemas da Terra na Universidade Estadual de Ohio, no norte do Colorado (Mayer *et al.*, 1995). A Ciência do Sistema Terra (*Earth system science*) compreende o espectro de assuntos que procuram compreender o funcionamento dos subsistemas terrestres e o modo como estes se interrelacionam (Orion & Libarkin, 2014). Aliás, a coexistência com o ambiente que nos rodeia é, hoje, um dos maiores desafios para o século XXI. Contudo, tal só é possível se compreendermos que somos, inevitavelmente, participantes ativos nos subsistemas terrestres e que o nosso comportamento influencia, e é influenciado, por todos os elementos naturais e humanos que integram o planeta (Orion, 2019).

Apesar de todas as reformas implementadas nos sistemas educativos, a Ciência da Terra (*Earth Science*) tem, ainda, um impacto reduzido nos currículos escolares de ciências por todo o mundo (Orion, 2007). Assim, torna-se importante alterar a visão "de

uma percepção restrita da educação em ciências para uma percepção mais holística em termos de finalidade social da educação em ciências, conteúdos científicos e abordagem educacional" (Orion, 2007, p.100).

Um dos principais objetivos da educação é preparar os alunos para uma cidadania informada, de modo a que possam participar ativamente e conscientemente na sociedade (Assaraf & Orion, 2005), para encontrarem soluções para questões prementes como a crise climática, o uso sustentável da água e a proteção da biodiversidade e geodiversidade (Orion, 2019). Com este objetivo em mente, Orion (2019) defende que a educação se deve focar em dois elementos essenciais: o entendimento de que vivemos num mundo cíclico, em que os diferentes subsistemas interagem entre si através de trocas de matérias e energia, e de que as pessoas são uma parte integrante da natureza e, portanto, devem agir em conformidade com 'o sistema' (Orion, 2019).

A concretização do mencionado pode ser conseguida através de uma abordagem de ensino orientada para a investigação que, como declarado na literatura e defendido pelos Padrões Nacionais de Educação em Ciências, é reivindicada como uma forma poderosa de ensinar ciência, e que pode ser aplicada com recurso a diferentes estratégias (Unver & Arabacıoğlu, 2014). Neste contexto, as saídas de campo apresentam-se como uma opção estratégica viável porque possibilitam o contato direto, *in loco*, dos alunos com os diferentes fenómenos naturais. Ademais, são também recomendadas sob a perspetiva de facilitação da construção das próprias aprendizagens.

No entanto, à semelhança do que ocorre noutros países, nem a Ciência do Sistema Terra, nem as relações entre a geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera, são devidamente abordadas nas escolas Portuguesas (Vasconcelos *et al.*, 2020). Os conceitos associados a esta ciência são frequentemente considerados menos rigorosos e substanciais do que outras áreas científicas. As próprias metodologias educativas tendem a descurar a aprendizagem no exterior e a abordagem baseada na investigação (*Inquiry-based approach*) (Orion, 2019). Como resultado, muitos estudantes concluem os estudos sem compreender inteiramente a importância da Ciência do Sistema Terra. Este facto leva a que estes perpetuem perspetivas reducionistas e estreitas no decurso das suas vidas, que influenciam depois as políticas públicas nas diversas áreas. Tal deve ser evitado porque o conhecimento científico é essencial para desenhar novos caminhos em direção à sustentabilidade da Terra (Vasconcelos *et al.*, 2020).

A promoção da Ciência do Sistema Terra reflete alguns dos objetivos para o desenvolvimento sustentável da Agenda 2030 da Organização da Nações Unidas. Esta

considera a educação um direito fundamental e a base para a construção de uma sociedade que encara a sustentabilidade do Planeta como essencial para a sobrevivência das gerações futuras (United Nations, 2015).

2.2. Enquadramento Educacional

Atualmente, parece ser unânime que a escola não pode ser apenas um lugar onde se transmitem conhecimentos, mas também um lugar onde os estudantes aprendem a se afirmarem, comunicarem e cooperarem. Desta forma, impuseram-se novos desafios ao ensino das ciências, que levaram à mudança do conteúdo pré-existente e das perspetivas e metodologias adotadas até então (Vasconcelos & Almeida, 2012).

De acordo com esta nova conceção, os alunos devem ser motivados pela promoção de uma aprendizagem ativa que facilite a sua participação no próprio processo de aprendizagem. Uma das perspetivas que se identifica com esta visão é o Ensino Orientado para a Investigação (EOI), que permite aos alunos a construção de novos conhecimentos com base em aprendizagens feitas *a priori*. Procura-se, assim, desenvolver nos alunos o conhecimento que sustenta a ação, segundo a perspetiva socioconstrutivista, defendida por Lev Vygotsky (Fonseca *et al.*, 2005). De acordo com este autor, a aprendizagem é uma atividade social e colaborativa, pelo que enfatiza a importância dos contextos sociais de aprendizagem e a interdependência dos processos sociais e individuais na construção do conhecimento (Vygotsky, 1978; Cachapuz *et al.*, 2004; Dobber *et al.*, 2017).

O EOI é frequentemente reduzido ao papel central dos alunos no próprio processo de aprendizagem. No entanto, de acordo com Kawalkar e Vijapurkar (2015), o que distingue esta abordagem de outros tipos de ensino, é a função que o professor desempenha. O docente não se limita a transmitir apenas conhecimento concetual; orienta e apoia os seus alunos, de modo a auxiliá-los a encontrar respostas para as diferentes problemáticas, com base na observação, nas evidências, no questionamento e na argumentação. Assim, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem, levando os alunos a recorrer a metodologias científicas com o objetivo de construírem as próprias soluções (Stender *et al.*, 2018).

Para cumprir o EOI, requerem-se intervenções educativas inovadoras, mais próximas dos alunos, capazes de promoverem aprendizagens significativas, de que é exemplo o trabalho de campo (Filipe & Henriques, 2014). O trabalho de campo (TC) insere-se num conjunto mais vasto de atividades que Hodson (1993) designou como

trabalho prático, compreendendo-o como um instrumento pedagógico e didático orientado para que os estudantes se comprometam cognitivamente e afetivamente no processo de aprendizagem, interiorizem conceitos e procedimentos, e desenvolvam valores e atitudes, de uma forma integrada (Hodson, 1993, 2003). O autor defende inclusive que os benefícios do trabalho de campo são indiscutíveis para o ensino das ciências, com resultados comprovados, designadamente na compreensão dos conceitos científicos (Hodson, 1994; Sequeira, 2000).

As saídas de campo são uma estratégia de ensino e aprendizagem que têm a vantagem de despertar nos estudantes o interesse pelo ambiente que os rodeia, estimulando a sua observação direta. O trabalho de campo e o contacto que este propicia com o meio contribui para que os alunos desenvolvam atitudes mais positivas face à Ciência, o que tem um impacto benéfico nas suas atitudes para com o ambiente e a conservação da natureza (Dourado, 2001). Por outro lado, o exterior, enquanto ambiente de aprendizagem, reveste-se de alguma complexidade porque os alunos ficam sujeitos a um maior número de estímulos, que os podem distrair do processo de aprendizagem. Compete, então, ao professor delinear concretamente a atividade, identificando e classificando os fenómenos, processos, capacidades e conceitos a serem apreendidos (Orion *et al.*, 2020).

Consciente das limitações de carácter logístico atualmente existentes no sistema escolar, da falta de materiais adequados, da escassa familiaridade que os professores têm relativamente às atividades em ambiente exterior (classificadas como de *outdoor*), Nir Orion, em 1993, formulou um modelo de TC. Em conjunto com uma equipa de investigadores, a trabalhar no *Science Teaching Department of The Weizmann Institute of Science* de Israel, planificou e implementou atividades de campo como parte integrante dos currículos, tendo obtido sucesso escolar reconhecido.

Do ponto de vista da aprendizagem, o modelo da saída de campo proposto por Orion (1993), de raiz construtivista, tem como intenção apresentar aos alunos uma perspetiva global das ciências, entendida como resultante do confronto de teorias e parte integrante de uma rede interdisciplinar que abrange outras formas de conhecimento. Nesta perspetiva, o professor é um agente promotor de reflexão e do debate acerca de situações de carácter problemático e um orientador da construção do conhecimento. Por sua vez, o aluno passa a desenvolver um papel fortemente ativo e participante, enquanto investigador e solucionador do problema em debate.

Orion (1993) explica que as saídas de campo são frequentemente usadas como enriquecimento didático, aparecendo no final de uma unidade curricular como uma atividade de síntese ou de recompensa para os alunos. No entanto, o investigador

(1989) defende que estas atividades devem figurar-se como uma componente integral e imprescindível do processo de ensino e de aprendizagem, e não como uma atividade descontextualizada.

O autor (Orion, 1993) propõe, então, um modelo organizativo em que a viagem de campo não é vista, por si só, como um evento isolado, mas antes como posicionada entre uma unidade de preparação (Pré-viagem) e uma unidade de síntese (Pós-viagem). Todavia, ainda que cada uma destas unidades se estructurem independentemente, a viagem de campo, como unidade central, funciona em articulação com as restantes unidades, servindo de ponte de ligação entre o Pré e Pós-viagem.

O modelo aduz igualmente a um desenvolvimento tridimensional do ciclo de aprendizagem, em que os conceitos surgem hierarquicamente organizados num movimento de espiral, do concreto para o abstrato (figura 5). Esta visão assemelha-se à teoria *hands-on experiences* de Piaget (1970), que considera que as atividades de campo se podem revelar vantajosas para a transição de um nível concreto para um nível mais abstrato de cognição por parte dos alunos. Neste sentido, os conceitos devem ser estruturados através de um aumento progressivo do seu grau de abstração, sendo tal estruturação válida quer para a organização global da saída de campo, quer no cerne de cada uma das três unidades (Orion, 1993).

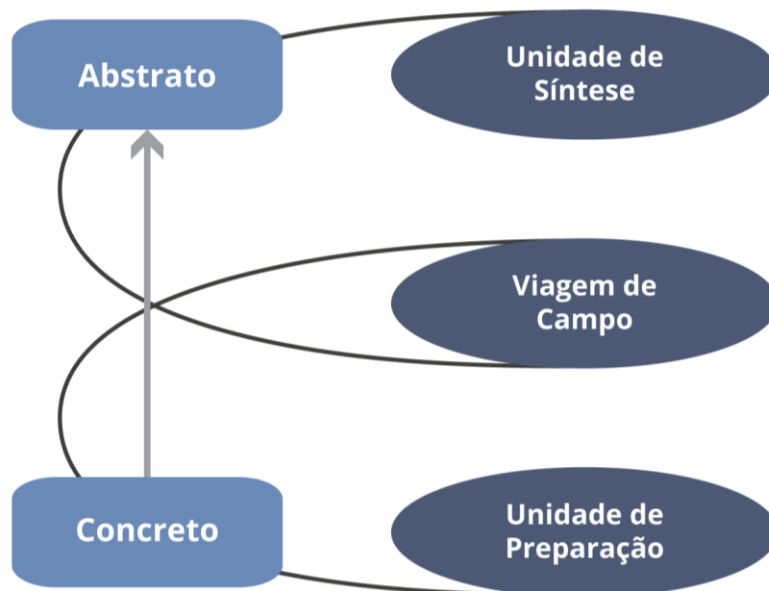


Figura 14 - Modelo em espiral em que os conceitos surgem organizados do concreto para o abstrato
(Adaptado de Orion, 1993, p.329).

Figura 15 - Modelo em espiral em que os conceitos surgem organizados do concreto para o abstrato
(Adaptado de Orion, 1993, p.329).

A unidade de preparação (Pré-viagem), como o nome indica, ocorre antes da saída de campo propriamente dita, orientando-se para a execução de tarefas concretas com o propósito de minimizar aquilo que o Orion (1993) denomina de espaço novidade (*novelty space*). Orion e Hofstein (1994), identificaram o espaço novidade como um dos principais fatores a afetar a aprendizagem em campo e designaram a qualidade pedagógica da saída de campo como um outro fator de influência, sendo esta determinada pela sua estruturação, pelos materiais didáticos e pelas metodologias de ensino utilizadas. Segundo os mesmos autores (1994), o *novelty space* é composto por três fatores: cognitivos, psicológicos e geográficos (figura 6).



Figura 16 - Os três fatores que definem o "Espaço novidade" (Adaptado de Orion, 1993, p.326).

O fator cognitivo relaciona-se com o conhecimento prévio dos alunos, que pode solevar dificuldades na realização da atividade de campo, podendo estas serem mitigadas através de atividades concretas na sala de aula que proporcionem o contacto direto com os materiais que os alunos vão encontrar no campo. Algumas destas atividades podem passar pelo reconhecimento de rochas, minerais e fósseis, pelo manejo de instrumentos de orientação (Bússola, GPS, etc.) ou por experiências laboratoriais que simulem fenómenos e processos naturais do campo (Orion, 1993). Quanto aos fatores geográficos, estes podem também ser minimizados na sala de aula através da visualização de diapositivos, filmes, cartas geológicas e mapas da região, que podem dar indicações sobre o número, o local e a distância entre as paragens em campo, familiarizando deste modo os alunos com a área de estudo (Orion, 1993). Por fim, os fatores psicológicos dizem respeito à componente emocional e afetiva da saída de campo e da motivação intrínseca dos alunos para a mesma (Orion, 1993). A ansiedade e a insegurança dos alunos podem ser pacificadas através da apresentação pormenorizada do propósito, dos objetivos, da duração da viagem, do número e distância das paragens, da metodologia de ensino adotada, das condições

meteorológicas expectáveis, da eventual formação de grupos, dos possíveis obstáculos no trajeto, bem como do vestuário mais apropriado para o conforto e a segurança dos alunos.

A fase da Viagem mostra-se como a unidade central deste modelo, devendo o professor elaborar para esta fase materiais auxiliares ao processo de ensino-aprendizagem: um guia de campo para o aluno, um guia do professor e mini-posters (Orion, 1993). O guia de campo do aluno permitirá orientar o seu trabalho em cada uma das paragens, devendo conter questões que os guiem, promovam a interação com o meio (observação, medições, colheita de amostras) e que facilitem a discussão entre eles (interpretação, formulação de hipóteses). Esta fase, em conjunto com a unidade preparatória, estabelece uma ligação entre o concreto e as aprendizagens que requerem um maior nível de abstração por parte dos alunos (Orion, 1989).

Por último, na unidade de síntese (Pós-viagem), os alunos contactam, agora em contexto da sala de aula, com os conceitos mais complexos e difíceis do currículo, que requerem da sua parte um nível maior de abstração e concentração (Orion, 1993). Nesta fase, supõe-se que os conhecimentos construídos no campo facilitem a compreensão dos conceitos mais complexos através de momentos de discussão, reflexão e confronto com as observações realizadas em grupo durante a saída. As questões deixadas em aberto durante a saída de campo são, então, alvo de uma discussão construtiva, isto é, de um modo estruturado e articulado sintetizam-se os conhecimentos construídos (Orion, 1993). No final, o trabalho de campo deve ainda ser avaliado, verificando-se se os objetivos foram alcançados e se ocorreu aprendizagem efetiva em campo.

Este modelo permite, assim, ultrapassar alguns obstáculos relacionados não só com a organização e implementação de uma atividade de campo, como também com a própria complexidade da aprendizagem de ciência no campo. Para além disso, potencia no aluno o desenvolvimento de competências que lhe permitem, como cidadão, a tomada de decisões no seu quotidiano pessoal e em sociedade, já que desenvolve a curiosidade, a autonomia, o sentido de responsabilidade para consigo, para com os outros e para com o meio ambiente.

Capítulo 3. Metodologia da Investigação

A investigação em educação tem por objetivo, descrever, explicar, prever ou controlar fenómenos (Gay *et al.*, 2012, p.5), criando-se assim a possibilidade de avançar as fronteiras do conhecimento relativamente ao assunto em questão (Bryman, 2016).

Concomitantemente, torna-se fundamental na formação inicial de professores o exercício da investigação educacional.

Neste sentido, o presente relatório também se orienta para responder a diferentes objetivos e problemáticas. Importa, então, definir uma metodologia de investigação para persecução dos mesmos, que deve clarificar o tipo de investigação e as técnicas e instrumentos de recolha de dados selecionados.

3.1. Classificação da Investigação

Segundo Gay e colaboradores (2012), as investigações educacionais podem ser classificadas quanto ao seu método e quanto ao seu propósito.

A classificação quanto ao propósito baseia-se na aplicabilidade dos resultados e no grau em que eles são generalizáveis à população em estudo (Gay *et al.*, 2012). Esta investigação classifica-se como um estudo de avaliação. Este tipo de investigação refere-se a processos de recolha e análise sistemática de dados acerca da qualidade, eficácia, mérito ou valor de um determinado produto, programa ou prática, focando-se primordialmente na tomada de decisões relativamente a esses mesmos produtos, programas ou práticas (Carmo & Ferreira, 2008; Gay *et al.*, 2012; Coutinho, 2018). Revelam-se, assim, estudos importantes e de carácter explicitamente prático (Coutinho, 2018). Este estudo apresenta-se como um estudo de avaliação sumativo, que permitiria o melhoramento do produto no decurso do próprio processo de implementação.

A classificação quanto ao método tem em conta as estratégias utilizadas na recolha e análise de dados e divide genericamente as investigações em dois métodos, o qualitativo e o quantitativo. A condução desta investigação será apoiada na combinação de abordagens de técnicas qualitativas e quantitativas, resultando numa combinação de métodos (Gay *et al.*, 2012; Coutinho, 2018). Segundo os mesmos autores, a combinação metodológica pode ser classificada ainda em três tipos: o modelo QUAN-QUAL, o modelo QUAL-quan (também denominado por modelo exploratório no qual os dados qualitativos são mais representativos) e o modelo QUAN-qual (também intitulado por modelo explanatório). A proposta de estudo que aqui se apresenta segue o modelo QUAN-QUAL, também designado por triangulação metodológica, no qual os dados quantitativos e qualitativos são recolhidos numa só fase, não havendo maior significado de nenhum dos métodos (Gay *et al.*, 2012).

A principal vantagem deste método é juntar as particularidades dos métodos qualitativos e quantitativos, recorrendo ao melhor dos dois, de forma sinérgica (Gay *et al.*, 2012). Esta abordagem é bastante desafiadora, impondo ao investigador que avalie igualmente os dados quantitativos e qualitativos, os analise criticamente e determine se há conclusões paralelas (Gay *et al.*, 2012).

A recolha de dados foi planeada para acontecer em três momentos distintos: o primeiro momento, em contexto de sala de aula, precedendo a saída, com a administração da primeira parte do guia de campo, que contém questões introdutórias em relação às temáticas a abordar; o segundo momento, a própria saída de campo, onde os alunos deveriam responder às questões da segunda parte do guia de campo; o último momento, novamente em sala de aula, através do preenchimento de um teste cognitivo com questões relativas às temáticas estudadas.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Na investigação das ciências sociais e humanas na qual se inclui a investigação educacional, existem três formas de recolha de dados: a administração de um instrumento de recolha padronizado; a administração de um instrumento de recolha de dados elaborado pelos próprios investigadores e a recolha de dados já existentes (Gay *et al.*, 2012; Coutinho, 2018).

No sentido de responder ao problema de investigação apresentado anteriormente, foram selecionadas como técnicas de recolha de dados a análise de conteúdo e a testagem. Os instrumentos de recolha de dados escolhidos foram o guia de campo e o teste cognitivo.

Embora não se tenha implementado o estudo proposto, previa-se que após intervenção pedagógica, o guia de campo seria alvo de uma análise de conteúdo e o teste cognitivo de um procedimento estatístico (estatística descritiva), recorrendo ao *software IBM® SPSS Statistics®* (versão 27).

3.2.1. Guia de campo

Segundo Gay e colaboradores (2012), a recolha de dados através de registos, tal como o guia de campo, permite efetuar uma avaliação adequada de desempenho. Estes registos são fontes de dados valiosos, dado que podem ser usados pelos investigadores como ponto de partida para posteriores debates com os participantes do

estudo (Gay *et al.*, 2012). Além disso, permitem a obtenção de um conhecimento mais rigoroso sobre as suas opiniões contribuindo, assim, para dar maior robustez ao estudo.

Neste estudo, o guia de campo (Apêndice 1) foi concebido com base na informação recolhida sobre local da saída – praia do Castelo do Queijo -, para melhor orientar os alunos na realização das tarefas propostas, permitindo, assim, a concretização dos objetivos pretendidos.

O guia de campo encontra-se organizado em duas partes: Parte I – Atividade Pré-Saída de campo e, Parte II – Saída de campo.

A primeira parte foi planeada para decorrer em contexto de sala de aula e está dividida em dois grupos consoante a área científica predominante em cada um. O primeiro grupo inclui um conjunto de quatro questões (uma questão de correspondência e três questões de resposta aberta). O segundo grupo inclui apenas uma questão de correspondência. Estas questões remetem os alunos para os conteúdos científicos a abordar, depois, durante a saída de campo, permitindo a construção ativa de conhecimentos a partir do ambiente (Orion, 1993).

A segunda parte do guia corresponde à saída de campo à praia do Castelo do Queijo, e está organizada em três paragens: “A zona rochosa da praia”; “O areal da praia” e “Zona de acesso à praia”.

As questões destinadas à primeira paragem visam o envolvimento ativo dos alunos na observação e identificação da diversidade biológica existente na zona intertidal bem como das suas adaptações à variação dos fatores abióticos. Já na segunda paragem, as questões voltam-se para interação entre os subsistemas terrestres. Por fim, na terceira paragem, as questões colocadas chamam a atenção dos alunos para as agressões ambientais encontradas no ambiente litoral.

Foi elaborada também uma versão do guia de campo adaptada para os professores (Apêndice 2) com dicas e sugestões para melhor auxiliar os alunos.

3.2.2. Teste cognitivo

Um teste é um procedimento formal e organizado que permite obter informações sobre os domínios cognitivos e/ou emocionais dos inquiridos (Gay *et al.*, 2012). Para este estudo foi selecionado o teste cognitivo, uma vez que se pretende avaliar processos intelectuais, como o raciocínio, a resolução de problemas e a capacidade de análise e aplicação do conhecimento a situações concretas (Gay *et al.*, 2012).

Este instrumento de recolha de dados pode ser dividido em duas categorias: *supply* – incluem questões de resposta aberta ou de preenchimento de espaços – e testes com itens de seleção – abrangem questões de escolha múltipla, verdadeiro/falso e correspondência (Gay *et al.*, 2012). Estes testes auxiliam a determinar a proficiência de um indivíduo em determinadas áreas de conhecimento no momento em que é aplicado.

Para este estudo foi construído um teste cognitivo (Apêndice 4) constituído por itens de seleção (que incluem questões de escolha múltipla, verdadeiro/falso e correspondência) e sete questões de resposta aberta, permitindo detetar as conceções dos inquiridos sobre a temática científica em causa (Gay *et al.*, 2012). Embora não cronometrado, este instrumento tem um tempo de resolução previsto de 20 a 35 minutos.

O teste está organizado em dois grupos consoante a área científica predominante em cada um. Todas as questões foram cotadas segundo a sua tipologia e critérios próprios. A questão de correspondência (grupo II – questão nº 2) foi cotada com 4 pontos e as questões de verdadeiro/falso (grupo I – questão nº 2; grupo II – questão nº 5) foram cotadas, respetivamente, com 5 e 3 pontos consoante o número de afirmações.

As questões de resposta aberta do grupo I – questões nº 3.1 (a e b), foram cotadas com 8 pontos e as questões nº 3.2 (a e b) foram contadas com 4 pontos e (c e d) com 8 pontos, a questão nº 4 foi classificada com 8 pontos. As questões abertas do grupo II – questões nº 1 e nº 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 foram cotadas com 4 pontos e, a questão nº 6 com 8 pontos. Nas questões abertas, avaliadas em 8 e 4 pontos, estes foram distribuídos por dois tópicos de resposta, cotados, respetivamente, em 4 e 2 pontos cada.

As restantes questões são de escolha múltipla e foram classificadas com 4 pontos, sendo atribuída a respetiva cotação quando o aluno seleciona apenas a opção correta. Posteriormente, os testes serão classificados numa escala de 0 a 100 pontos percentuais de acordo com o desempenho do aluno nas respostas dadas.

3.2.3. Validade e fiabilidade dos instrumentos de recolha

Para que os dados obtidos através dos diferentes instrumentos de recolha sejam válidos, é necessário que os instrumentos de recolha tenham validade e fiabilidade.

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). Os dados assim obtidos são válidos se realmente refletirem o fenómeno em estudo. Contudo, um instrumento de recolha não é válido por si só, cada utilização deste requer uma adequada validação (Gay *et al.*, 2012; Coutinho, 2018).

A fiabilidade, porém, refere-se ao grau de consistência com que um instrumento mede aquilo que é suposto medir (Gay *et al.*, 2012). Quanto mais fiabilidade tiver um instrumento de recolha, mais confiáveis serão os dados obtidos a partir dele, ou seja, quando utilizado ao longo do tempo em amostras e contextos similares, um instrumento de recolha fiável originará dados similares (Gay *et al.*, 2012; Cohen *et al.*, 2013; Coutinho, 2018). Assim, diz-se que um instrumento é fiel se, aplicado várias vezes a um mesmo fenómeno, fornece resultados congruentes (Coutinho & Lisbôa, 2011).

De forma a garantir a sua validade e fidelidade, os instrumentos de recolha elaborados neste estudo foram analisados pelos orientadores científicos da IPP+PES.

3.3. Caraterização da amostra

Expectava-se que este estudo fosse implementado numa turma do 8º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, constituída por 20 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos (média de 12,6 anos), sendo onze dos elementos do género feminino e nove do género masculino. Todos os alunos têm nacionalidade portuguesa. Em relação a apoios sociais, há quatro alunos que beneficiam de apoio social escolar, dois no escalão A e dois no escalão B.

No que diz respeito ao aproveitamento escolar, dezoito alunos não apresentam qualquer retenção em anos letivos anteriores, enquanto que dois possuem registo de uma retenção em anos precedentes. Na avaliação final de primeiro período não se verificaram negativas a Ciências Naturais, sendo a média do aproveitamento a esta disciplina igual a 4 (3,75) valores.

Segundo Cohen e colaboradores (2017), esta amostra não é probabilística, sendo classificada como amostra de conveniência, visto que é uma turma a cargo de um núcleo de estágio da IPP+PES. Desta forma, não é possível generalizar resultados, mas estes funcionam como indicadores dos parâmetros avaliados (Gay *et al.*, 2012).

Capítulo 4. Programa de Intervenção

Foi elaborado um estudo com base no enquadramento teórico e metodológico apresentado anteriormente com intuito de encontrar resposta(s) para o problema e objetivos de investigação enunciados no Capítulo 1.

Contudo, devido à pandemia global causada pela propagação do COVID-19, as aulas passaram a ser lecionadas através de um regime de ensino à distância, o que inviabilizou a operacionalização deste programa de intervenção.

Não obstante, este capítulo compreende a descrição da planificação e dos recursos educativos construídos para aplicação deste estudo no decurso de 3 aulas (a primeira e a última, em contexto de sala de aula teriam uma duração de 50 minutos, e a segunda, a saída de campo efetiva, duraria aproximadamente uma manhã), assim como uma proposta de implementação deste estudo. Embora não tenha sido possível fazê-la, a proposta e os respetivos instrumentos ficam à disposição para serem aplicados num futuro próximo, mediante, claro, as especificidades da turma.

4.1. Planificação e Recursos educativos

A planificação de aula corresponde a uma racionalização do processo educativo, pois organiza e coordena a ação do docente de acordo com os objetivos a atingir em determinado espaço de tempo (Cortesão 1999, citado por Praia *et al.*, 2011). Permite também prever algumas das dificuldades ou constrangimentos que poderão ocorrer durante a execução da aula.

Segundo Arends (2008), a planificação pertence a um ciclo educacional mais geral e completo, porque diz também respeito às reformulações e ajustes necessários que se vão efetuando durante a docência, bem como às ilações retiradas sobre os resultados obtidos (p.101). Desta forma, o ato de ensinar não se esgota no momento, permitindo ao professor reavaliar a planificação elaborada, alterando e ajustando, quando necessário, as estratégias e recursos pedagógicos a serem empregues em prol de uma aprendizagem mais eficaz por parte dos alunos.

Desta forma, foram realizadas planificações para as três aulas deste estudo (Apêndice 5), onde foram discriminados os objetivos e etapas de desenvolvimento das aulas, assim como as tarefas a solicitar aos alunos e a mediação do professor. Estas incluem também os recursos necessários, estratégias de avaliação e indicadores de

aprendizagens. A planificação deste estudo exigiu, ainda, a elaboração de vários outros recursos, nos quais se incluem: o guia do aluno (Apêndice 1), guia do professor (Apêndice 2), o mini-poster (Apêndice 3), a apresentação multimédia (Apêndice 6) e o teste cognitivo (Apêndice 4). Estes materiais tiveram em conta o conhecimento adquirido pelos alunos até ao momento, assim como as especificidades da turma onde seriam implementados.

A construção do guia de campo baseou-se em informação recolhida previamente sobre o local da saída de campo, designadamente, a praia do Castelo do Queijo. Organizado em duas partes - Parte I – Atividade Pré-Saída de campo e Parte II – Saída de campo - é composto por itens de seleção (que incluem questões de escolha múltipla e correspondência) e questões de resposta aberta. Na sua elaboração houve o cuidado na escolha da linguagem, imagens e esquemas, bem como na sua organização e correspondência entre objetivos pedagógicos e tipologia das questões.

O guia do aluno (Apêndice 1) tem como objetivo orientar as aprendizagens dos alunos com exercícios direcionados para a esquematização mental e apreensão dos conteúdos científicos a abordar durante a saída de campo, permitindo a construção ativa de conhecimento a partir do ambiente por parte dos discentes (Orion, 1993).

Já o guia do professor (Apêndice 2) pretende auxiliá-lo através de descrições temáticas e indicações a abordar com os alunos durante a atividade. Este funciona, então, como complemento ao guia do aluno, pois providencia sugestões de respostas às questões e diretrizes temáticas a desenvolver.

Para o desenho do mini-poster (Apêndice 3), que acompanha os guias do aluno e do professor, foram utilizadas as obras «Ferreira, V. (2011). Guia de campo fauna e flora marinha de Portugal. Edição Planeta Vivo.», «Campbell, A. (2006). Fauna e flora do litoral de Portugal e Europa. Guia Fapas.» e «Saldanha, L. (1997). Fauna submarina atlântica. Publicações Europa-América.», para identificar as espécies encontradas na praia do Castelo do Queijo.

Foi ainda elaborada uma apresentação multimédia (Apêndice 6) para servir de apoio nas aulas de Pré e Pós-Saída, por permitir sistematizar os conteúdos científicos a abordar de uma forma esclarecedora, mas também apelativa, para os alunos.

Finalmente, foi preparado um teste cognitivo (Apêndice 4) composto por itens de seleção (que inclui questões de escolha múltipla e correspondência) e questões de

resposta aberta, de modo a avaliar os conhecimentos adquiridos sobre as temáticas científicas em causa.

4.2. Proposta de aplicação do Programa de Intervenção

Tendo em conta o modelo de Orion (1993), referido no capítulo 2, foi planeada uma saída de campo para uma turma de 8º ano de escolaridade de Ciências Naturais de uma escola básica e secundária da cidade do Porto. As temáticas científicas a abordar - interação dos subsistemas terrestres e influência dos fatores abióticos (neste caso no ecossistema intertidal) - estão incluídas nas Aprendizagens essenciais do ano de escolaridade em causa.

A saída de campo foi planeada durante o primeiro período, e incluída no plano anual de atividades da escola, para ser executada já no terceiro período. Esta decisão foi tomada estrategicamente por ter em conta fatores meteorológicos que deveriam ser favoráveis.

É de salientar que a escolha do local da saída - a praia do Castelo do Queijo – (figura 7) foi determinante para a planificação da atividade e obedeceu a dois critérios principais: proximidade à escola (para facilitar a organização logística); e existência de uma ampla extensão de substrato rochoso, com uma grande diversidade de organismos. Efetivamente, nesta praia localizada a Norte da foz do rio Douro, na zona ocidental da cidade do Porto, afloram diferentes rochas que, no seu conjunto, constituem o Complexo Metamórfico da Foz do Douro (CMFD) - uma faixa de elementos geológicos com grande diversidade de litologias de diferentes idades importantes para a compreensão da evolução geotectónica do Noroeste da Península Ibérica. Na praia do Castelo do Queijo aflora o Granito do Castelo do Queijo, um granito biotítico (com biotite) com idade aproximada de 290 Ma. Observam-se, ainda, as rochas intruídas por este granito, os terrenos da Faixa Metamórfica da Foz do Douro, representados, essencialmente, por gnaisses e metassedimentos.



Figura 18 - Praia do Castelo do Queijo.

Teve-se também em consideração a escolha do nível de maré adequado para desenvolver a saída, designadamente, a baixa-mar (preferencialmente igual ou menor a 0,6 m de altura), que pode ser consultada na página da *internet* do Instituto Hidrográfico. No entanto, esta escolha não está livre de ambiguidades, encontra-se intimamente ligada às características geomorfológicas da praia em questão.

Depois de escolhido o local torna-se fundamental fazer o reconhecimento prévio da biodiversidade existente na zona em estudo. Assim, o professor, recorrendo a guias de identificação de organismos, deve fazer o reconhecimento das espécies existentes antes da saída efetiva. Esta é uma etapa essencial porque garante ao docente um maior domínio sobre as temáticas em estudo para, posteriormente, melhor orientar os alunos, além de permitir adequar os conteúdos programáticos ao ambiente e às características específicas de cada turma. Este reconhecimento foi efetivamente realizado durante o planeamento da saída de campo.

Teve-se ainda em consideração a duração da baixa-mar, que expõe a totalidade da zona intertidal, e o modo mais indicado de exploração do meio envolvente; ou seja, foi decidido iniciar a saída a partir da zona infralitoral, de modo a garantir o tempo necessário para contactar com a biodiversidade que, ao fim de umas horas é encoberta pela maré. A seguir, e progressivamente, planeou-se abordar os conteúdos referentes

à interação dos subsistemas terrestres no areal, já em direção à zona de acesso à praia. Por fim, e na zona de acesso, os alunos deveriam refletir sobre as agressões ambientais observadas.

4.2.1. Pré-Saída de Campo

A aula de Pré-Saída, em contexto de sala de aula, teria uma duração de 50 minutos.

Este momento reveste-se de especial importância para o planeamento de uma atividade prática como a saída de campo, uma vez que permite a discussão de alguns conceitos necessários para a aprendizagem, assim como o estabelecimento de regras e do modo de funcionamento da saída. Assim, cumpre-se a redução do “espaço novidade”, constituído por fatores cognitivos, geográficos e psicológicos, preconizado por Orion (1993).

Para o efeito, foi elaborada uma apresentação *PowerPoint* que visa sistematizar informações relacionadas com a temática, de forma a contextualizar os discentes. De modo a atender ao fator cognitivo, a apresentação contém ilustrações e detalhes sobre as espécies a serem observadas, bem como o tipo de tarefas a desenvolver. Contém, também, uma súmula relativa a conteúdos previamente abordados, como a interação dos subsistemas terrestres e os fatores abióticos. Já no que toca aos fatores geográficos, incluiu-se na apresentação multimédia o enquadramento geológico, localização geográfica e o número, local e distância entre paragens. Finalmente, com o objetivo de minimizar os fatores psicológicos, procurou-se reduzir a ansiedade e insegurança dos alunos, através da inclusão dos objetivos, do meio de transporte e duração da viagem, das condições meteorológicas expectáveis, da formação de grupos de trabalho e indicações logísticas (vestuário, materiais, avisos e recomendações). Apesar do *PowerPoint* ser um recurso tendencialmente expositivo, o docente deve procurar interagir com os discentes de forma a motivá-los para a atividade a desenvolver.

A aula de Pré-Saída seria concluída com o preenchimento da primeira parte do guia de campo e com o desenvolvimento de uma discussão orientada sobre as temáticas e eventuais dúvidas.

4.2.2. Saída de Campo

Depois da chegada à praia do Castelo do Queijo, seriam lembrados os objetivos da saída de campo e os avisos e recomendações de comportamento a adotar. De seguida, a turma dividir-se-ia nos grupos de trabalho definidos na aula anterior para dar início à atividade programada, que teria uma duração aproximada de três horas de trabalho efetivo.

A saída de campo seria orientada pelo docente, com recurso ao guia de campo, propositadamente elaborado para o efeito. Este é composto por duas versões: guia do aluno e guia do professor. Quanto ao guia do aluno, importa referir que as questões colocadas teriam como objetivo manter o foco do aluno nos aspetos mais importantes de cada paragem. Ao mesmo tempo, pretender-se-ia estimular o trabalho colaborativo pois, divididos em pequenos grupos, trabalhariam em conjunto para solucionar os desafios levantados no guia de campo. Já o guia do professor inclui sugestões de respostas e dicas para melhor guiar os alunos no decurso da atividade.

Sem prejuízo do auxílio do guia de campo, caberia ao docente monitorizar o trabalho desenvolvido pelos diferentes grupos, de modo a assegurar que todos os alunos acompanhariam o desenvolvimento natural da atividade e dariam resposta às tarefas propostas. Além disto, seria expectável que o professor conduzisse os alunos entre paragens e controlasse o tempo necessário para cada uma.

Na primeira paragem, “zona rochosa da praia”, iniciariam o percurso partindo da zona infralitoral para a zona supralitoral, respondendo às questões levantadas no guia de campo. Estas remetem para a observação e identificação dos organismos da zona intertidal assim como das suas adaptações comportamentais e morfológicas face à variação das condições ambientais. Para o efeito, deveriam também servir-se do mini-poster, construído para auxiliá-los na identificação das espécies.

Na segunda paragem, “o areal da praia”, os alunos teriam a oportunidade de explorar a interação dos subsistemas terrestres em ambiente litoral.

Finalmente, na terceira paragem, “zona de acesso à praia”, pretendia-se criar um momento de reflexão sobre as agressões ambientais observadas na praia do Castelo do Queijo. A temática reveste-se de especial importância nos dias de hoje, pelo que é fundamental que os alunos tomem desde já consciência das consequências da ação humana e se consciencializem sobre a necessidade de preservar o meio ambiente, desenvolvendo atitudes de valorização do património natural.

No final da saída de campo, o professor deveria recolher o guia de cada aluno, de modo a efetuar a sua correção. Desta forma, o docente identificaria as questões onde os diferentes grupos potencialmente apresentariam mais dificuldades, para que na aula posterior à saída de campo (Pós-saída), estas fossem esclarecidas e os conceitos mais abstratos clarificados.

4.2.3. Pós-Saída de Campo

A aula de Pós-Saída, em contexto de sala de aula, teria a duração de 50 minutos.

Este momento é crucial na execução deste tipo de atividade prática, na medida em que permite que os alunos organizem e inter-relacionem a aprendizagem efetuada durante a saída de campo com os conhecimentos pré-adquiridos.

Assim, depois de corrigidos os guias de campo, o professor abordaria as questões que suscitaram mais dúvidas nos alunos e os conceitos mais abstratos, tendo em vista a sua clarificação e consolidação. Ao mesmo tempo, seria gerada uma pequena discussão entre a turma para partilha de vivências e de conhecimentos adquiridos na saída de campo. Neste processo, os discentes não só poderiam consolidar as suas ideias e conhecimentos, como também desenvolveriam competências comunicacionais. O docente voltaria a recorrer à apresentação *PowerPoint* para recordar as espécies observadas, e as características mais importantes, de modo a sistematizar as aprendizagens adquiridas.

Para concluir, seria administrado um teste cognitivo, com uma duração aproximada de 25 minutos, com o intuito de avaliar os conhecimentos dos alunos sobre as temáticas abordadas.

No final da aula pretendia-se, sobretudo, que os alunos ficassem a compreender que o ecossistema intertidal é definido pela existência de uma distribuição específica dos organismos de acordo com a sua capacidade de adaptação aos fatores abióticos. Para além disso, os alunos deveriam constatar que neste ecossistema, como em qualquer outro, ocorrem fluxos de energia e matéria, havendo uma constante interação entre os subsistemas terrestres, estando estes também sujeitos a perturbações provocadas pelo Homem.

No decorrer destas três aulas, caberia ao docente assumir o papel de mediador e facilitador de aprendizagens, acompanhando e orientando cada grupo na resolução das tarefas propostas, mas nunca determinando o seu caminho na procura de soluções.

Assim, o docente contribuiria para a promoção da construção ativa de conhecimentos por parte dos alunos.

Capítulo 5. Resultados e discussão

Neste capítulo, seriam descritos os resultados e a subsequente análise e discussão dos mesmos, utilizando métodos estatísticos e recorrendo à análise de conteúdo. No entanto, devido aos constrangimentos impostos pela evolução da pandemia pelo SARS-CoV-2, que provoca um síndrome respiratório agudo designado por COVID-19, a partir do dia 16 de março de 2020, não foi possível implementar o presente estudo. Esta secção baseia-se, então, nos resultados expectáveis de acordo com a revisão da literatura científica.

Os benefícios das saídas de campo para a aprendizagem dos alunos estão amplamente documentados na literatura. A maioria dos estudos já realizados sobre o impacto das saídas de campo têm reportado um ganho, mais ou menos evidente, quer do ponto de vista cognitivo, quer do ponto de vista afetivo, no sentido de levarem os alunos a desenvolver atitudes positivas em relação às temáticas em estudo e à ciência em geral (Jarvis & Pell, 2002, 2005; Botelho & Morais, 2003, 2004; Pedretti, 2004; Freitas & Martins, 2005; Afonso & Gilbert, 2007; Holmes, 2011).

No que toca à aquisição de conhecimento científico, vários estudos comprovam que este tipo de atividades, no caso as saídas de campo, permitem a construção de novos conceitos e o desenvolvimento de uma maior compreensão acerca dos conceitos científicos envolvidos (Lima *et al.*, 2010; Rodrigues, 2014; Cunha, 2014; Faria *et al.*, 2015). A título de exemplo, um estudo (Faria *et al.*, 2015) semelhante, realizado na zona intertidal, demonstrou que os grupos de alunos em causa conseguiram atingir os objetivos propostos, adquirindo conhecimentos sobre as adaptações das espécies que habitam a zona entremarés, bem como dos fatores que condicionam a sua distribuição.

Deste modo, seria expectável que a implementação do estudo proposto contribuísse para a consolidação de conhecimentos sobre a influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal e a interação entre os subsistemas terrestres. Para o efeito, teriam, ainda, a oportunidade de contactar com conceitos da área da ecologia marinha, que não fazem parte do programa do 8º ano de escolaridade (por exemplo, zonação, influência das marés, organismos intertidais, entre outros).

A literatura deixa também patente a importância das saídas de campo para o desenvolvimento de competências várias por parte dos alunos, tais como a observação, a interpretação, a justificação e a discussão (Faria *et al.*, 2015). Neste contexto, os alunos são motivados a utilizar o pensamento lógico e crítico para que melhor desenvolvam argumentos que suportem as suas explicações. Segundo Flick e Lederman (2004), é exatamente esta alternância entre fazer e refletir que cria oportunidades para os alunos melhorarem competências investigativas. Ademais, as saídas de campo, ao facilitarem a interação e a partilha de experiências, promovem o trabalho colaborativo entre os discentes (Lima *et al.*, 2010; Thurston *et al.*, 2007; Faria *et al.*, 2015).

Finalmente, as saídas de campo são, também, um complemento às aprendizagens realizadas no ambiente mais formal da escola porque proporcionam o contacto direto com a realidade, o que permite enquadrar o conhecimento numa perspetiva mais abrangente/holística (Faria *et al.*, 2015). Normalmente, esta atividade gera nos alunos sentimentos de interesse, entusiasmo, motivação, curiosidade e vontade de aprender que, por vezes, parecem negligenciados no contexto clássico de aprendizagem (Eshach, 2007).

A exploração pedagógica deste tipo de atividades fora da escola, sob a forma de trabalho de campo, contribui para a diminuição do fosso entre a ciência da sala de aula e a ciência do dia-a-dia (Braund & Reiss, 2004). De acordo com um estudo de Guilherme *et al.*, (2016), a saída de campo promove mesmo a aprendizagem de conhecimento científico útil para o dia-a-dia, que ajuda os alunos a compreender a necessidade de estudar ciências. Outros estudos salientam inclusive que a imagem que as crianças/jovens têm dos cientistas e da ciência é crucial para a forma como a verão enquanto adultos e relevam o caráter didático desta atividade na forma como os alunos se envolvem depois com o ensino das ciências em sala de aula, exibindo uma maior vontade de participar em tarefas propostas (Faria *et al.*, 2015).

Verifica-se, assim, o desenvolvimento de uma atitude mais positiva face à ciência e um aprofundamento da compreensão sobre a natureza da ciência. Aliás, os alunos parecem encarar as saídas de campo como uma forma diferente e divertida de aprender. Algumas investigações têm demonstrado que, neste contexto, os discentes valorizam a possibilidade de escolha e de exercício de algum controlo na própria aprendizagem, o que por sua vez desenvolve competências fundamentais para uma

cidadania ativa como o questionamento, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisão (Faria *et al.*, 2015).

Tendo em vista a realização de uma saída de campo profícua, optou-se por adotar o modelo de Orion (1993), amplamente reconhecido na literatura científica. Este modelo, já explorado no capítulo 2, baseia o planeamento da saída em três momentos distintos, mas necessariamente articulados entre si. Neste sentido, os conceitos a abordar são estruturados de acordo com um aumento progressivo do seu grau de abstração, ou seja, partindo do concreto para o geral.

O primeiro momento, a aula de pré-viagem, é vital para a organização de toda a saída. De acordo com Carvalho (2014), que recorreu também a Orion (1993), a pré-viagem contribui, de facto, para uma melhor compreensão dos alunos em relação à saída de campo efetiva e tudo o que esta envolve. Com base neste pressuposto, seria expectável que a operacionalização da aula de Pré-Saída do presente estudo contribuísse, então, para a redução do “espaço novidade”, como preconizado no modelo original. Por isso, a apresentação multimédia inclui detalhes logísticos, como o horário, vestuário, materiais, meio de transporte, entre outros, de forma a minimizar fatores psicológicos; enquadramento geológico e localização geográfica, procurando atender aos fatores geográficos; e ilustrações dos organismos a observar bem como o tipo de tarefas a desenvolver, evidenciadas nas questões colocadas na primeira parte do guia, dando resposta ao fator cognitivo. Estes recursos tinham igualmente como objetivo motivar os alunos para o contacto posterior, *in loco*, com o meio.

Na fase de viagem, seriam utilizados materiais auxiliares ao processo de ensino-aprendizagem (um guia de campo para o aluno, um guia de campo do professor e mini-posters), segundo o modelo de Orion (1993). À semelhança de Cunha (2014), também o presente estudo presumia que estes materiais funcionassem como um fator de motivação para a participação dos alunos na atividade. Aliás, segundo diferentes saídas de campo que recorreram ao modelo de Nir Orion (1993) (Cunha, 2014; Rodrigues, 2014), seria previsível constatar uma postura mais ativa e participativa por parte dos discentes que, normalmente, avaliam este tipo de saídas como uma mais-valia no processo de aprendizagem.

Já na pós-viagem, Orion (1993) supõe que os conhecimentos construídos em campo facilitem a compreensão e sistematização de conceitos mais complexos através de momentos de discussão, reflexão e confronto com as observações realizadas durante a saída. Neste seguimento, e partindo dos estudos de Rodrigues (2014) e de

DeWitt e Osborne (2007), seria expectável o cumprimento do modelo de base, pois estes demonstraram que os próprios estudantes consideram a unidade de pós-viagem fundamental para o sucesso da própria aprendizagem, através da consolidação e articulação de conceitos adquiridos. Para o efeito, foi inclusive construído um teste cognitivo, com o intuito de verificar se os alunos consolidaram conhecimentos nas temáticas abordadas. Este não chegou a ser aplicado pelas razões já mencionadas.

De acordo a investigação de Filipe e Henriques (2014), a implementação da saída de campo baseada no modelo de Orion (1993), comprovou que esta atividade contribui efetivamente para estimular o desenvolvimento de competências nos alunos, em diferentes domínios, como a construção de conhecimento, a elaboração de raciocínios e a adoção de atitudes críticas e interventivas. O autor, salienta o quão vantajoso é o trabalho de campo para a aprendizagem dos alunos, segundo testemunhos dos próprios. Estes manifestaram que a contextualização prévia da saída (pré-saída) os ajudou a compreender melhor as aulas e a estarem mais atentos às observações a fazer em campo.

A saída de campo proposta debruça-se, também, sobre o estudo dos subsistemas terrestres (*Earth Systems*). Este conceito relaciona-se com a compreensão da Terra como um sistema global, que integra outros subsistemas individuais, como a biosfera, a geosfera, a hidrosfera e a atmosfera, e a forma como esses subsistemas interagem e se influenciam reciprocamente (Orion, 2016). Existem vários estudos (Orion & Fortner, 2003; Dodick & Orion, 2003; Kali *et al.*, 2003; Assaraf & Orion, 2005) que reforçam a eficácia de uma abordagem educativa baseada na Ciência do Sistema Terra (*Earth system science*) para o desenvolvimento da literacia científica, da capacidade de raciocínio e da inteligência emocional dos alunos: a interação com o ambiente oferece aos alunos a oportunidade de lidar com questões científicas através dos próprios sentidos, o que possibilita a criação de experiências emotivas aliadas à retirada de conclusões. Deste modo, os alunos, com uma sensação de autorrealização maior, tendem a encarar com uma motivação renovada os desafios escolares (Orion, 2007).

De acordo com o estudo de Orion *et al.*, (2019), embora a maioria dos participantes no estudo tenha concordado que a utilização desta abordagem pode potenciar a aprendizagem dos alunos, a verdade é que esta não se encontra, ainda, disseminada em Portugal. No entanto, a compreensão da Ciência do Sistema Terra é cada vez mais relevante na atualidade, considerando os desafios ambientais que a humanidade enfrenta e que afetam todos os subsistemas, sem exceção. Hoje, em dia,

todos os cidadãos – especialistas ou não – devem perceber de que modo as próprias ações afetam a Terra e, para tal, é essencial que reconheçam o seu funcionamento e a relação de interdependência entre subsistemas, desenvolvendo, assim, uma visão holística sobre o sistema Terra (Batzri *et al.*, 2015; Orion, 2019).

Atendendo ao enunciado, considerou-se pertinente chamar a atenção dos alunos para as consequências danosas da ação humana no ambiente intertidal e litoral, razão pela qual foram incluídas questões no guia de campo voltadas para a temática. Esperava-se, assim, contribuir para a valorização da conservação e preservação do ambiente por parte dos alunos. Aliás, este é outro dos motivos pelos quais as atividades *outdoor* são uma estratégia educativa a ter em conta: a observação e o reconhecimento *in loco* das manifestações negativas do Homem sobre o meio ambiente permite uma maior consciencialização dos discentes sobre a dimensão dos problemas e a necessidade de agir preventivamente (Salvador & Vasconcelos, 2007).

O mesmo estudo (Salvador & Vasconcelos, 2007) permitiu comprovar que, numa época em que os desenvolvimentos científico e tecnológico têm consequências claras para o meio ambiente, as atividades *outdoor*, como as saídas de campo, contribuem para uma maior compreensão da natureza e das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Numa realidade tão complexa, a dinamização deste tipo de atividades contribui para preparar o aluno cidadão para uma intervenção mais consciente, informada e humanizada sobre estas problemáticas quando, no futuro, forem chamados a dar respostas.

Por fim, importa realçar o papel da ciência escolar no desenvolvimento dos alunos. No decurso da sua aprendizagem, os estudantes devem ser incentivados a distinguir entre conhecimento científico fundamentado e sistematizado e conhecimento de senso-comum (Lederman, 2006). Ora, isto implica que que adquiram conhecimentos de ciência (conceitos, factos, teorias que constituem o corpo de conhecimento fundamental), mas, também, conhecimentos sobre ciência (modo de funcionamento, construção e natureza do próprio conhecimento) (Schwartz *et al.*, 2004).

Para que o supramencionado possa ocorrer, é fundamental criar situações de ensino e aprendizagem em que os alunos possam assumir um papel central, nas quais sejam guiados e desafiados nas suas rotinas de pensamento, raciocínio e argumentação, bem como pela forma como recolhem e usam informação para pensar e para produzir o seu próprio conhecimento. É fundamental que a ciência escolar consiga desenvolver nos alunos o gosto pela ciência e pelas questões científicas,

alicerçada numa postura de curiosidade e questionamento pelo mundo natural envolvente. O professor deve, então, assumir um papel de suporte e orientação, garantindo o andamento adequado dos trabalhos e estimulando a discussão e a reflexão entre os alunos, recordando simultaneamente o que é pretendido (Faria *et al.*, 2015).

Este estudo pretende, portanto, e no seguimento da literatura consultada, sublinhar a importância de se assumir as saídas de campo como locais onde a ciência pode ser explorada e trabalhada de forma integrada e contextualizada no mundo de hoje, mas também no futuro. Para tal, deve potenciar-se o envolvimento dos alunos na própria aprendizagem através de atividades de investigação em contextos multidisciplinares, enquadrados em contextos reais e relevantes para o dia-a-dia (Stocklmayer *et al.*, 2010).

Capítulo 6. Conclusões

Este capítulo está dividido em três subcapítulos. No primeiro são abordadas as conclusões gerais exetáveis, referentes aos objetivos concetuais e educacionais inicialmente definidos. No segundo subcapítulo são identificadas as limitações do estudo proposto, bem como sugestões de novas linhas de investigação. Por último, no terceiro subcapítulo, é feita uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais da professora-investigadora.

6.1. Conclusões gerais

O problema de investigação na base deste estudo pretendia avaliar o impacto da utilização das saídas de campo (organizadas segundo o modelo desenvolvido por Nir Orion, 1993) no desenvolvimento de competências ao nível dos domínios cognitivos e atitudinais dos alunos, na temática da interação dos subsistemas terrestres e da influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal.

De acordo com a literatura científica consultada (Lima *et al.*, 2010; Rodrigues, 2014; Cunha, 2014; Faria *et al.*, 2015), no que diz respeito aos objetivos concetuais delineados, esperava-se um impacto positivo na aprendizagem e consolidação dos conhecimentos, recorrendo, para o efeito, à análise dos instrumentos de recolha de dados. Por um lado, presumia-se que os discentes fossem capazes de observar e reconhecer as interações entre os diferentes subsistemas terrestres com o propósito de promover uma visão holística do Sistema Terra. Por outro lado, seria também expectável

que reconhecessem a influência dos fatores abióticos nas adaptações morfológicas e comportamentais dos seres vivos presentes na zona intertidal.

Ao mesmo tempo, e dentro do domínio atitudinal, os alunos deveriam desenvolver uma perspetiva analítica crítica em relação ao meio envolvente, de modo a compreenderem as consequências danosas da ação humana no ambiente litoral. Pretendia-se, assim, promover a aquisição de valores e atitudes de conservação e preservação ambiental.

Do ponto de vista do desenvolvimento do raciocínio e literacia científica através do trabalho de campo, seria também esperado que os discentes desenvolvessem competências como a observação, interpretação, argumentação e enunciação de conclusões, essenciais para o preenchimento do guia de campo e do teste cognitivo. A implementação desta saída de campo teria, igualmente, como resultado a promoção do trabalho colaborativo entre os alunos, pois estes trabalhariam em pequenos grupos durante toda a atividade. Assim, seriam atingidos os objetivos educacionais propostos anteriormente.

Apesar de não ter sido possível implementar o estudo proposto, devido às razões já mencionadas, espera-se ter demonstrado a relevância das saídas de campo estruturadas, segundo o modelo de Orion (1993), para o processo de ensino-aprendizagem. Embora estas exijam mais tempo do professor na sua preparação e realização, é certo que contribuem notoriamente para o sucesso escolar dos alunos, desenvolvendo inclusive competências sociais.

6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações

Atendendo à emergência de saúde pública declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em janeiro de 2020, e consequente classificação da proliferação do vírus SARS-CoV-2 pelo mundo como pandemia, a 11 de março de 2020, o Governo estabeleceu medidas excecionais e temporárias, através do Decreto-Lei nº 10-A/2020. Entre as várias medidas aprovadas, foi definida a da suspensão das atividades escolares de todos os alunos. Neste sentido, desde 16 de março de 2020 que, por decreto governamental, as atividades letivas e não letivas passaram a atividades não presenciais. Tendo em conta que os constrangimentos impostos não se coadunaram com as características específicas do estudo proposto, não foi possível efetuar a sua implementação, sendo esta a maior limitação em causa.

Adicionalmente, ao longo da preparação da saída de campo, a professora-investigadora apesar de ter realizado uma extensa revisão bibliográfica, deparou-se com dificuldades no acesso à literatura existente sobre a identificação de organismos *in situ* na praia do Castelo do Queijo, o que levou à necessidade de uma pesquisa intensiva e um trabalho de campo anterior mais pormenorizado de forma a proporcionar uma boa saída de campo.

Posto isto, e no seguimento do capítulo anterior, as limitações que a seguir se enunciam apresentam um carácter de previsibilidade mediante eventual implementação.

A implementação deste estudo estaria limitada por questões relacionadas com o contexto (IPP+PES) em que esta se desenvolveria. A primeira limitação prender-se-ia com a natureza, tamanho e características da amostra. Sendo uma amostra de conveniência e não aleatória, com um reduzido número de participantes, os resultados obtidos funcionariam como indicadores, não podendo ser alvo de generalizações. É de referir que, idealmente, existiria um grupo teste e um grupo de controlo, o que permitiria comparar resultados e melhor sustentar as conclusões obtidas. No entanto, tal prática é considerada eticamente incorreta uma vez que proporcionaria um ensino diferenciado a alunos que devem ter garantidas iguais oportunidades.

Presumivelmente, o tempo seria outra limitação, tendo em conta o cronograma estabelecido para a disciplina. Para implementar a saída de campo, de acordo com o modelo de Nir Orion (1993), seria necessária a cedência de um maior tempo letivo do que o despendido se os conteúdos em questão fossem lecionados em aulas de carácter transmissivo. Este facto vai ao encontro de um assunto muito discutido na área da Educação em Portugal, designadamente, a extensão dos programas das várias disciplinas e o tempo para o cumprimento dos mesmos. Uma reformulação do currículo seria fundamental para que professores e discentes pudessem usufruir dos benefícios desta estratégia de ensino, como de resto tem sido explorado ao longo do documento.

A presente proposta de estudo permite o levantamento de outras linhas de investigação com contornos semelhantes. A primeira, que parte das limitações relativas à amostra do estudo, sugere que se recorra a uma amostra aleatória e, preferencialmente, com um maior número de alunos, o que permitiria alcançar resultados passíveis de generalização. Ainda assim, convém ter presente que uma amostra demasiado grande também se tornaria num fator limitante, uma vez que o docente teria mais dificuldades em monitorizar muitos alunos fora da sala de aula.

Seria também interessante analisar os resultados da aplicação deste estudo noutras turmas, constituídas por alunos de contextos socioculturais diversos e aproveitamento escolar diferente, ou mesmo em turmas de outros anos de escolaridade, com o propósito de comparar a complexidade cognitiva das respostas e raciocínio científico.

Adicionalmente, sugere-se que na eventualidade de tempo extra, o docente promova na aula de pós-viagem uma atividade prática ou de pesquisa, podendo, para o efeito explorar conteúdos relacionados com o ambiente visitado.

6.3. Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional

O presente relatório de estágio enquadra-se na etapa final da formação inicial de professores, pelo que o presente subcapítulo inclui uma reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais traçados no primeiro capítulo.

O primeiro objetivo profissional delineado prendia-se com o desenvolvimento de competências no âmbito da preparação e aplicação de uma saída de campo, segundo o modelo de Nir Orion (1993). A preparação de uma saída de campo bem estruturada, requer um trabalho prévio cuidado e temporalmente dispendioso. Para além da necessidade de várias visitas ao local de saída, tendo em vista, principalmente, a identificação dos organismos a observar, foi necessária uma atenção redobrada à construção dos recursos educativos, como o guia de campo e o mini-poster, pois estes seriam essenciais à mediação dos processos de ensino e aprendizagem. Ainda em relação aos recursos educativos, e com o objetivo de promover aprendizagens significativas, houve o cuidado da sua adequação aos conteúdos programáticos e ao nível de escolaridade em causa.

A condução da saída de campo proposta teria sido também um desafio pelo facto de ser a primeira inteiramente planificada pela docente ainda em formação. Neste sentido, o trabalho de pesquisa de informação prévio seria fundamental para melhor orientar os alunos, tendo em vista o cumprimento do papel de facilitador de aprendizagens. Considerando que a ocorrência de imprevistos é maior num espaço diferente e externo à escola, seria expectável que a docente em formação tivesse de trabalhar uma capacidade rápida de reação face a eventuais obstáculos. Por outro lado, a motivação, a participação e a atenção dos alunos seria presumivelmente maior, o que só contribuiria para a realização profissional da docente.

Dito isto, a impossibilidade de levar a cabo a saída de campo privou a docente em formação de uma experiência enriquecedora que se afigurava como valiosa para o início próximo da carreira. Não obstante, a professora-investigadora desenvolveu várias competências pedagógicas e científicas fundamentais no decorrer do planeamento detalhado e fundamentado de toda a saída de campo, procurando contribuir para o reforço da importância desta estratégia educativa e deixando recursos e sugestões de linhas de investigação passíveis de virem a ser utilizadas no futuro.

O segundo objetivo profissional relacionava-se com o desenvolvimento de competências no âmbito da investigação educacional, pelo que a implementação deste estudo teria sido fundamental para cumprir este objetivo. No entanto, torna-se importante refletir sobre as restantes componentes trabalhadas.

Tendo em vista a construção de uma revisão de literatura sólida, foram desenvolvidas competências relativas à revisão biobibliográfica e à seleção e organização de informação. Já no que toca às metodologias de investigação em educação, foram construídos os instrumentos de recolha de dados, com base na literatura e nos conteúdos científicos relacionados, com o intuito de proceder ao seu tratamento e análise. Assim, a docente em formação mobilizou e aprofundou os seus conhecimentos metodológicos, não só, sobre a planificação estruturada de saídas de campo, mas também, sobre as temáticas dos subsistemas terrestres, dos fatores abióticos e da zona intertidal enquanto ecossistema, numa ótica de adequação ao público-alvo.

O presente estudo foi desenvolvido com base num plano normativo, neste caso a perspetiva de Ensino Orientado para a Investigação, o que implicou colocar o aluno no papel de agente ativo na construção do seu conhecimento. Neste sentido, o professor atuaria como facilitador do processo, o que contribuiu para o desenvolvimento de competências cruciais para o exercício da docência, designadamente, o espírito crítico, a autonomia, a imaginação e a criatividade.

Finalmente, resta salientar que o cumprimento dos objetivos mencionados culminou no processo de desenvolvimento e emancipação da docente em formação, permitindo-lhe experienciar o papel de professor de uma forma ativa e reflexiva. Através do estágio profissionalizante e do presente estudo, a professora-investigadora assumiu-se no papel de docente, vivenciando os desafios e inquietudes de uma Escola que se quer inclusiva e dinâmica, capaz de preparar os jovens alunos para o desafio da

cidadania na sociedade atual. Não basta que o docente em formação se consciencialize do seu papel enquanto parte integrante da comunidade educativa; deve igualmente assumir-se enquanto parte integrante do desenvolvimento das gerações atuais e futuras.

Referências bibliográficas

- Afonso, A. S., & Gilbert, J. K. (2007). Educational value of different types of exhibits in an interactive science and technology center. *Science Education*, 91(6), 967-987.
- Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação. *Formação profissional de professores no ensino superior*, 1, 21-31.
- Angus, I. (2016). A Second copernican revolution. Em I. Angus (Ed.), *Facing the Anthropocene: Fossil capitalism and the crisis of the earth system* (pp.27-37). Monthly Review Press.
- Arends, R. I. (2008). *Aprender a ensinar*. (7ª ed.). McGraw-Hill.
- Assaraf, O., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 518–560. <https://doi.org/10.1002/tea.20061>
- Baptista, M. (2010). *Concepção e implementação de actividades de investigação: Um estudo com professores de física e química do ensino básico*. (Tese de doutoramento, Educação (Didática das Ciências)). Universidade de Lisboa, Instituto de Educação.
- Batzri, O., Assaraf, O. B. Z., Cohen, C. & Orion, N. (2015). Understanding the earth systems: Expressions of dynamic and cyclic thinking among university students. *Journal of Science Education and Technology*, 24(6), 761–775. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9562-8>.
- Boaventura, D. M. (2000). *Patterns of distribution in intertidal rocky shores: The role of grazing and competition in structuring communities*. (Tese de doutoramento, Ciências do Mar, Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente). Universidade do Algarve.
- Boaventura, D., Alexander, M., Della Santina, P., Smith, N. D., Ré, P., da Fonseca, L. C., & Hawkins, S. J. (2002). The effects of grazing on the distribution and composition of low-shore algal communities on the central coast of Portugal and on the southern coast of Britain. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 267(2), 185-206.
- Boaventura, D., da Fonseca, L. C., & Hawkins, S. J. (2002). Analysis of competitive interactions between the limpets *Patella depressa* Pennant and *Patella vulgata* L. on

- the northern coast of Portugal. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 271(2), 171-188.
- Boaventura, D., Da Fonseca, L. C., & Hawkins, S. J. (2003). Size matters: Competition within populations of the limpet *Patella depressa*. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 435-446.
- Boaventura, D., Ré, P., Cancela da Fonseca, L., & Hawkins, S. J. (2002). Intertidal rocky shore communities of the continental Portuguese coast: Analysis of distribution patterns. *Marine Ecology*, 23(1), 69-90.
- Botelho, A., & Morais, A. M. (2003). O que fazem os alunos num centro de ciência uma análise das interacções com módulos científicos participativos. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 157-192.
- Botelho, A., & Morais, A. M. (2004). A aprendizagem de conceitos científicos em centros de ciência: Um estudo sobre a interacção entre alunos e módulos científicos participativos. *Revista de Educação*, 12(1), 5-23.
- Braund, M., & Reiss, M. J. (2004). *Learning science outside the classroom*. Psychology Press.
- Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford University Press.
- Cabioc'h, J., Floc'h, J., Le Toquin, A., Boudouresque, C., Meinesz, A. & Verlaque, M. (1995). *Guía de las algas de los mares de Europa: Atlántico y Mediterráneo*. Ediciones Ómega, S.A.
- Cachapuz, A. F., Praia, J. F., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: Um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Campbell, A. C., Nicholls, J., Múrias, A., dos Santos, P. T., & Soares, M. (1994). *Fauna e flora do litoral de Portugal e Europa*. FAPAS.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). Metodologia da investigação – Guia para auto-aprendizagem (2ª ed.). *Universidade Aberta*, 001-89.
- Carvalho, L. C. C. (2014). *Inventariação do património geomorfológico do litoral de Portugal Continental: Meios de Transição*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho).

- Carvalho, S. C. (2014). *As saídas de campo segundo o modelo de Nir Orion (1993): Um estudo de caso na ribeira da Granja*. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Universidade do Porto.
- Castro, P., & Huber, M. E. (2007). *Marine Biology* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.
- Connell, J. H. (1972). Community interactions on marine rocky intertidal shores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 3(1), 169-192.
- Coutinho, C. (2018). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e prática*. Almedina.
- Coutinho, C. P., & Lisboa, E. S. (2011). Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: Desafios para educação no século XXI. *Revista de Educação*, 18(1), 5-22.
- Cunha, T. A. (2014). *O corredor ecológico de Valongo como recurso didático no ensino da biologia e da geologia*. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Universidade do Porto.
- DeBoer, G. (2006). Historical perspectives on inquiry teaching in schools. Em L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 17-35). Springer.
- Delgado, Z., Canha, P., & Trinca, B. C. (2014). *À descoberta da vida ciências naturais 8ºano* (1ªed.). Texto Editores, Lda.
- DeWitt, J., & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), 685-710.
- Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214.
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Cognitive factors affecting student understanding of geologic time. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 415-442.
- Dourado, L. (2001). *O trabalho prático no ensino das ciências naturais: Situação atual e implementação de propostas inovadoras para o trabalho laboratorial e o trabalho de campo*. (Tese de Doutoramento, Universidade do Minho).

- Eshach, H. (2007). Bridging in-school and out-of-school learning: Formal, non-formal, and informal education. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 171-190.
- Faria, C., Boaventura, D. M., Gaspar, R., Guilherme, E., Freire, S., Chagas, I., & Galvão, C. (2015). *Era uma vez... o mar. O mar como recurso educativo no 1º ciclo: O contributo do projeto iLit*. Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Filipe, F., & Henriques, M. H. (2014). O trabalho de campo como estratégia no ensino secundário: Um estudo de caso. *Revista Captar: Ciência e Ambiente para Todos*, 5(2), 63-74.
- Fish, J. D., & Fish, S. (2011). A student's guide to the seashore. *Cambridge University Press*.
- Flick, L., & Lederman, N. G. (2004). Scientific inquiry and nature of science. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*, 67.
- 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.
- Freitas, F., & Martins, I. P. (2005). Promover a aprendizagem das ciências no 1º CEB utilizando contextos de educação não formal. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-4.
- Galvao, C. (2016). Ensino das ciências em Portugal no ensino básico: Diagnóstico, encruzilhadas e saídas para o futuro. Em II Encontro em Ensino e Divulgacao das Ciencias, Porto.
- Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10th ed.). Pearson.
- Guilherme, E., Faria, C., & Boaventura, D. (2016). Exploring marine ecosystems with elementary school Portuguese children: Inquiry-based project activities focused on 'real-life' contexts. *Education 3-13*, 44(6), 715-726.
- Hawkins, S., Pack, K., Firth, L., Mieszkowska, N., Evans, A., Martins, G., Aberg, P., Adams, L., Arenas, F., Boaventura, D., Bohn, K., Borges C., Castro, J., Coleman, R., Crowe, T., Cruz, T., Davies, M., Epstein, G., Faria, J., ... Jenkins, S. (2019). The intertidal zone of the North-East Atlantic region: Patterns and process. Em S.

- Hawkins, K. Bohn, L. Firth, & G. Williams (Eds.), *Interactions in the marine benthos: Global patterns and processes* (Systematics Association Special Volume Series, pp. 7-46). *Cambridge University Press*. [https://doi.org/ 10.1017/9781108235792.003](https://doi.org/10.1017/9781108235792.003)
- Helmuth, B., Mieszkowska, N., Moore, P., & Hawkins, S. J. (2006). Living on the edge of two changing worlds: Forecasting the responses of rocky intertidal ecosystems to climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 37, 373-404.
- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Larson, A., Ober, W. C., & Garrison, C. (2001). *Integrated principles of zoology* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Journal Studies in Science Education*, 22(1), 85-142. <https://doi.org/10.1080/03057269308560022>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 299-313.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Hoffman, M., & Barstow, D. (2007). Earth as a dynamic system. Em M. Hoffman & D. Barstow (Eds.), *Revolutionizing earth system science education for the 21st century, report and recommendations from a 50-state analysis of earth science education standards*. TERC.
- Holmes, J. A. (2011). Informal learning: Student achievement and motivation in science through museum-based learning. *Learning Environments Research*, 14(3), 263-277.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2002). Effect of the challenger experience on elementary children's attitudes to science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), 979-1000.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors influencing elementary school children's attitudes toward science before, during, and after a visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Kali, Y., Orion, N., & Eylon, B. S. (2003). Effect of knowledge integration activities on students' perception of the Earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 545-565.

- 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.
- Lederman, N. G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. Em B. F. Lawrence & G. L. Norman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp.301-317). Springer, Dordrecht.
- Lima, A., Vasconcelos, C., Félix, N., Barros, J., & Mendonça, A. (2010). Field trip activity in an ancient gold mine: Scientific literacy in informal education. *Public Understanding of Science*, 19(3), 322-334.
- Lloréns, J. L. P., Cabrero, I. H., Lacida, R. B., González, G. P., Murrillo, F. G. B., & Oñate, J. J. V. (2012). *Flora marina del litoral gaditano: Biología, ecología, usos y guía de identificación*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Lovelock, J. (2000). *GAIA – A new look at life on earth*. Oxford University Press.
- Martins, M. I. (2003). *Literacia científica e contributos do ensino formal para a compreensão pública da Ciência*. Lição Síntese apresentada para provas de agregação em Educação. Aveiro, Universidade de Aveiro.
- Mayer, V. J. (1997). Global science literacy: An earth system view. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 101-105.
- Mayer, V. J., Fortner, R. W., & Hoyt, W. H. (1995). Using cooperative learning as a structure for earth systems education workshops. *Journal of Geological Education*, 43, 395-400.
- Ministério da Educação e Ciência (2019, Janeiro 2020). *Aprendizagens essenciais para o 8º ano de escolaridade e a sua articulação com o perfil do aluno para o século XXI* (pp. 1-11). Direção Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_8a_ff.pdf
- Nóvoa, A. (2017). Firmar a posição como professor, afirmar a profissão docente. *Cadernos de Pesquisa*, 47(166), 1106-1133.
- Nybakken, J. W., & Bertness, M. P. (2005). *Marine biology an ecological approach* (6th ed.). Person Education.

- Oldfield, F., & Steffen, W. (2004). The earth system. Em W. Steffen & F. Oldfield (Eds.), *Global change and the earth system: A planet under pressure* (p.7). Springer.
- Orion, N. (1989). Development of a high-school geology course based on field trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.
- Orion, N. (1993). A model for the development and implementation of field trips as an integral part of the science curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.
- Orion, N. (2007). A holistic approach for science education for all. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(2), 99-106.
- Orion, N. (2016). Earth systems education and the development of environmental insight. Em C. Vasconcelos (Ed.), *Geoscience Education* (pp. 59-72). Springer, Cham.
- Orion, N. (2019). The future challenge of earth science education research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 3.
- Orion, N., & Fortner, R. W. (2003). Mediterranean models for integrating environmental education and earth sciences through earth systems education. *Mediterranean Journal of Educational Studies*, 8(1), 97-111.
- Orion, N., & Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a scientific field trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.
- Orion, N., & Libarkin, J. (2014). Earth system science education. Em N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.481- 496). Routledge.
- Orion, N., Bem-Shalom, R., Ribeiro, T., & Vasconcelos, C. (2020). Geoethics in field-trips: A global geoethical perspective. Em C. Vasconcelos, S. Schneider-Voß & S. Peppoloni (Eds.), *Teaching geoethics: Resources for higher education* (pp. 111-132). U.Porto Edições. <https://doi.org/10.24840/978-989-746-254-2>
- Pato, A. R.; Azeiteiro, U.; & Gonçalves, F. (2007). Atividades práticas na praia de São Martinho do Porto. Em F. Gonçalves, R. Pereira, U. M. Azeiteiro & M. J. Pereira (Eds.), *Atividades práticas em ciências e educação ambiental* (pp. 257-280). Instituto Piaget.

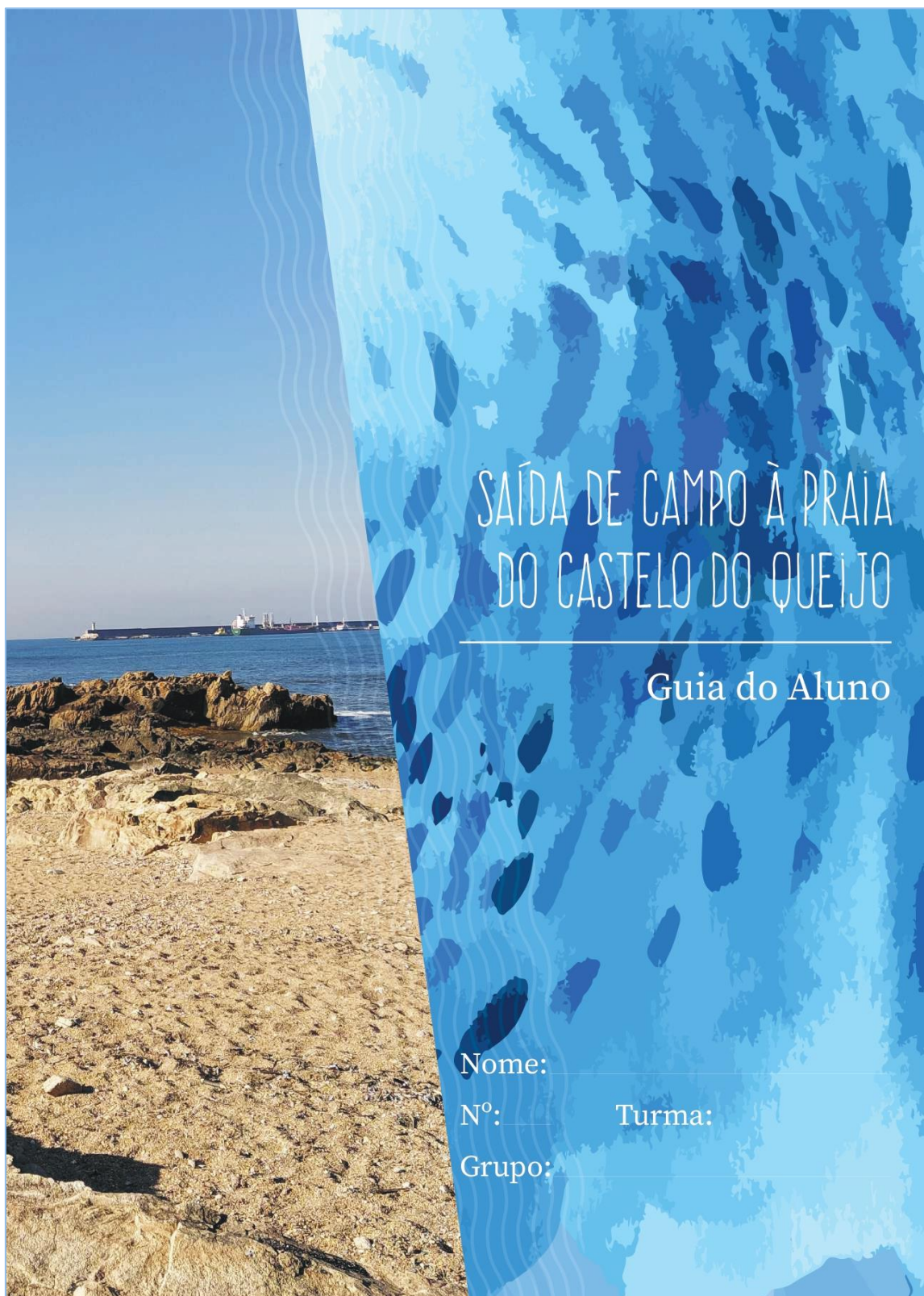
- Pedretti, E. G. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues-based science center exhibitions. *Science Education*, 88(S1), S34-S47.
- Piaget, J. (1970). *Structuralism*. Basic Books.
- Praia, C., Grande, P., & Verde, C. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem*. Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.
- Raffaelli, D., & Hawkins, S. J. (2012). *Intertidal ecology*. Springer Science & Business Media.
- Ravara, A., & Gonçalves, F. (2007). Ria de Aveiro - Actividades de campo na zona de marés. Em F. Gonçalves, R. Pereira, U. M. Azeiteiro & M. J. Pereira (Eds.), *Actividades práticas em ciências e educação ambiental* (pp. 281-310). Instituto Piaget.
- Rodrigues, D. M. (2014). *Geodiversidade e Biodiversidade. Uma visita de estudo ao "Complexo Metamórfico da Foz do Douro" com estudantes do 7º ano*. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Universidade do Porto.
- Saldanha, L. (2003). *Fauna submarina atlântica* (4ª ed.). Publicações Europa-América.
- Salvador, P., & Vasconcelos, C. M. D. S. (2007). Actividades outdoor e a alfabetização científica de alunos de um clube de ciências. *Revista Linhas*, 8(2), 76-90.
- Santos, A. M. (1994). *Estudo e caracterização dos povoamentos bentónicos intertidais (substrato rochoso) do norte de Portugal*. (Dissertação de Mestrado em Ecologia Aplicada, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto). Universidade do Porto.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education*, 88(4), 610-645.
- Sequeira, M. (2000). O ensino prático e experimental em educação em ciências na revisão curricular do ensino secundário. Em M. Sequeira, L. Dourado, M. T. Vilaça, J. L. Silva, A. S. Afonso & J. M. Baptista (Eds.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências* (pp. 19-28). Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.
- Silva, A. C. F., Hawkins, S. J., Boaventura, D. M., Brewster, E., & Thompson, R. C. (2010). Use of the intertidal zone by mobile predators: Influence of wave exposure,

- tidal phase and elevation on abundance and diet. *Marine Ecology Progress Series*, 406, 197-210.
- Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C., & Hartig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: The influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education*, 1-20.
- Stephenson, T. A. & Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tidemarks on rocky shores. *Journal of Ecology*, 37, 289-305.
- Stephenson, T. A. (1942). Causes of intertidal zonation. *Nature*, 150, 158.
<https://doi.org/10.1038/150158a0>
- Stillman, J., & Somero, G. (1996). Adaptation to temperature stress and aerial exposure in congeneric species of intertidal porcelain crabs (genus *Petrolisthes*): Correlation of physiology, biochemistry and morphology with vertical distribution. *Journal of Experimental Biology*, 199(8), 1845-1855.
- Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J., & Gilbert, J. K. (2010). The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. *Studies in Science Education*, 46(1), 1-44.
- Tait, R. V., & Dipper, F. A. (1998). *Elements of marine ecology* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Thompson, R. C., Crowe, T. P., & Hawkins, S. J. (2002). Rocky intertidal communities: Past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environmental conservation*, 168-191.
- Thurston, A., Van de Keere, K., Topping, K. J., Kosack, W., Gatt, S., Marchal, J., Mestgagh, N., Schmeinck, D., Sidor, W., & Donnert, K. (2007). Peer learning in primary school science: Theoretical perspectives and implications for classroom practice. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 5(3), 477-496.
- Underwood, A. J. (2000). Experimental ecology of rocky intertidal habitats: What are we learning?. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 250, 51-76.
- United Nations (2015). Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development (A/RES/70/1). Documento oficial das Nações Unidas
<https://tinyurl.com/y3me8n9m>

- Unver, A., & Arabacıoğlu, S. (2014). A comparison of inquiry-based learning (IBL), problem-based learning (PBL) and project-based learning (PJBL) in science education. *Academia Journal of Educational Research* 2(7), 120-128. <https://doi.org/10.15413/ajer.2014.0129>
- Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Propostas de trabalho para ciências naturais, biologia e geologia*. Porto Editora.
- Vasconcelos, C., Ferreira, F., Rolo, A., Moreira, B., & Melo, M. (2020). Improved concept map-based teaching to promote a holistic earth system view. *Geosciences*, 10(1), 8.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Apêndices

Apêndice 1. Guia do Aluno



Organização do Guia

O guia está organizado em duas partes:

Parte I | Atividade Pré - Saída de campo

A primeira parte foi planeada para decorrer em contexto de sala de aula e divide-se em dois grupos: “O intertidal rochoso” e “Transição de materiais entre os subsistemas terrestres”. De carácter teórico, esta pretende: apresentar e caracterizar a praia da saída de campo; dar a conhecer a biodiversidade marinha da zona intertidal e as adaptações dos diferentes organismos à variação dos fatores abióticos e, recordar a Terra como um sistema composto por subsistemas em interação. Termina com a resolução de exercícios sobre os conteúdos acima referidos.

Parte II | Saída de campo

A segunda parte do guia corresponde à saída de campo à praia do Castelo do Queijo, e está organizada em três paragens: “A zona rochosa da praia”; “O areal da praia” e “Zona de acesso à praia”. O guia está estruturado de forma a que cada grupo de trabalho saiba o que deve fazer em cada uma delas - os organismos que devem identificar e os aspetos a ter em atenção. Cada grupo deve, também, responder às questões colocadas e, no final da saída, entregar o guia ao professor.

Objetivos:

- Identificar os padrões de distribuição dos organismos presentes na zona intertidal de substrato rochoso;
- Observar a diversidade biológica existente e as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos;
- Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal;
- Observar a interação entre os subsistemas terrestres no ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra.

PARTE I

Atividade Pré-Saída de campo



Atividade Pré - Saída de Campo

Nas aulas de Ciências Naturais do 8º ano, temos estudado a temática dos ecossistemas. Nesta saída de campo vais ter oportunidade de estudar um ecossistema perto da tua escola, a praia do Castelo do Queijo, que constitui um exemplo de um ecossistema marinho entre-marés.



Figura 1 - Zona intertidal da Praia do Castelo do Queijo.

Esta praia localiza-se a Norte da foz do rio Douro, na zona ocidental da cidade do Porto, e nela é possível observar a relação entre um granito biotítico, o Granito do Castelo do Queijo, e as rochas por ele intruídas, que constituem os terrenos da Faixa Metamórfica da Foz do Douro, representados, essencialmente, por gnaisses e metassedimentos.

Estes afloramentos rochosos contêm uma grande biodiversidade de organismos, principalmente na zona intertidal, também conhecida por zona entre-marés (Figura 1). Esta zona estabelece a fronteira entre o domínio terrestre e marinho, e está sujeita à subida e descida da maré. Por esta razão, os organismos que ocupam esta zona encontram-se sujeitos a uma variação de fatores abióticos claramente superior à verificada nos restantes ambientes marinhos.

As condições ambientais variáveis que se fazem sentir obrigam os seres vivos que habitam esta zona a ter adaptações morfológicas e comportamentais bastante singulares, uma vez que para sobreviverem, têm de conseguir aguentar grandes variações de periodicidade e amplitude das marés, de intensidade luminosa, de temperatura, salinidade e outros fatores. Estas adaptações permitem-lhes fazer face a situações extremas, evitando a dessecação, resistindo à ação mecânica das ondas e mantendo o balanço térmico e respiratório.

A distribuição dos seres vivos na zona intertidal pode, por vezes, traduzir-se numa distribuição em faixas (ou bandas). A classificação proposta por Stephenson & Stephenson (1949) subdivide esta região em três zonas: zona supralitoral, zona mediolitoral e zona infralitoral.

O Sistema Terra é constituído por um conjunto de quatro subsistemas principais abertos - geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera - que efetuam, entre si, trocas de matéria e energia. A constante interação entre estes subsistemas terrestres é facilmente observável em vários locais do nosso planeta, em especial no contexto de zona costeira como o apresentado na praia do Castelo do Queijo.

O intertidal rochoso

A zona intertidal da praia do Castelo do Queijo é um ecossistema que, tal como todos os outros, é regulado pela interação dos fatores abióticos e bióticos.

1. Indica fatores abióticos que podem influenciar os seres vivos dessa zona.

2. Observa com atenção o esquema da figura 2, onde estão representadas três zonas distintas da zona intertidal.

A delimitação das três zonas relaciona-se com a existência de diferentes associações de organismos, cuja presença está dependente dos fatores abióticos e das suas adaptações aos mesmos.

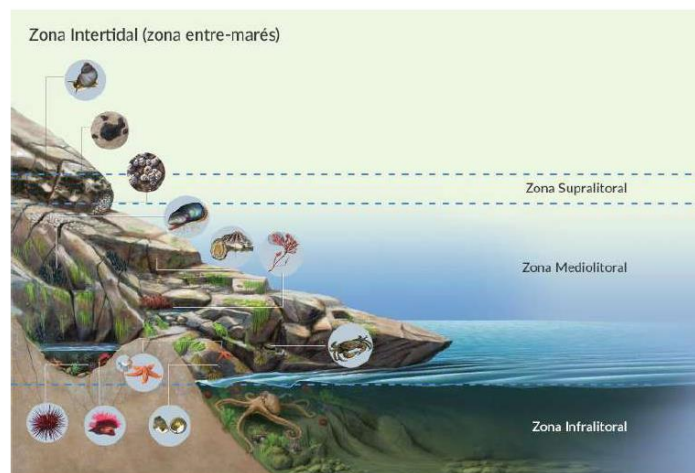


Figura 2 - Zona intertidal (Adaptado de Delgado, Z., Canha, P., & Trinca, B. C. (2014, p.72)).

2.1 Estabelece a correspondência correta entre as zonas da coluna I e as frases da coluna II.

COLUNA I	COLUNA II
Zona supralitoral	Zona que raramente fica emersa, podendo apenas a parte superior ficar a descoberta na maré baixa.
Zona mediolitoral	Zona que raramente fica coberta de água, sujeita a salpicos de água.
Zona infralitoral	Zona sujeita a uma emersão e imersão alternadas, duas vezes por dia.

2.2 De seguida apresenta-se uma breve descrição para sete seres vivos que habitam a zona intertidal. Estabelece a distribuição de cada um deles por cada uma das três zonas consideradas na figura 2.



Burrié (*Melaraphe neritoides*)

Habita nas fendas das rochas, em locais com maior índice de humidade, de modo a suportar longos períodos sem beneficiar da ação da água do mar.

Líquen negro (*Verrucaria maura*)

Líquen (simbiose de uma alga com um fungo) que pode cobrir áreas rochosas muito extensas. O seu aspeto lembra o alcatrão derramado sobre a rocha. Nesta associação simbiótica, o fungo mantém uma certa humidade em redor da alga e absorve água e sais minerais que ficam disponíveis para a alga, permitindo a resistência do líquen a longos períodos sem água do mar.





Craca (*Chthamalus montagui* e *C. stellatus*)

Fecha a sua abertura na concha de modo a minimizar as perdas de água, estando por isso adaptada à exposição ao ar e a temperaturas elevadas em situação de maré vazia.

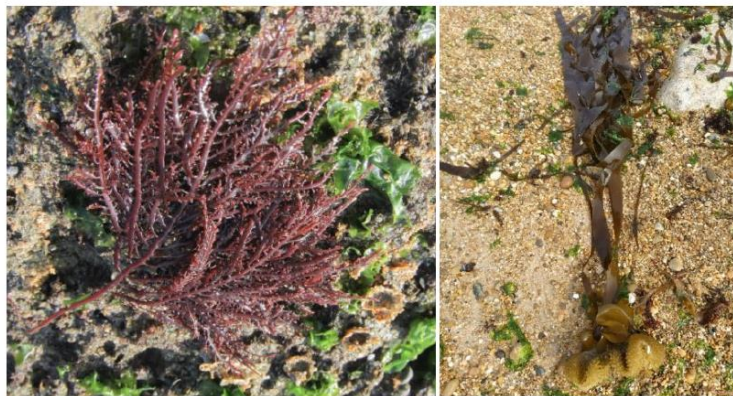
Caramujo (*Phorcus spp.*)

Quando a maré está vazia, fica exposto ao ar e por isso fecha o opérculo, adaptando-se à menor disponibilidade de água. Normalmente, os burriéis vivem em grupo de modo a protegerem-se do hidrodinamismo e a preservarem a humidade do seu habitat.



Algas (*Gelidium corneum* - à esquerda e *Saccorhiza polyschides* - à direita)

Algas vermelhas e castanhas, respetivamente, que podem formar faixas muito extensas e densas. Ficam expostas ao ar aquando de marés baixas de maior amplitude.



Ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*)

Herbívoro, alimenta-se de algas raspando com a sua cavidade bucal a superfície rochosa. Escava no substrato a concavidade onde se refugia. A sua distribuição encontra-se associada à disponibilidade de alimento. Protegem-se do hidrodinamismo através de um mecanismo de fixação forte, mas temporário, os pés ambulacrários.



3. Atenta as figuras 3.1 e 3.2 que representam o aspeto de uma anémone (*Actinia fragacea*) imersa e emersa, respetivamente, na zona infralitoral da praia do Castelo do Queijo. Explica a mudança de aspeto da anémone.



Figura 3.1 - Anémone imersa



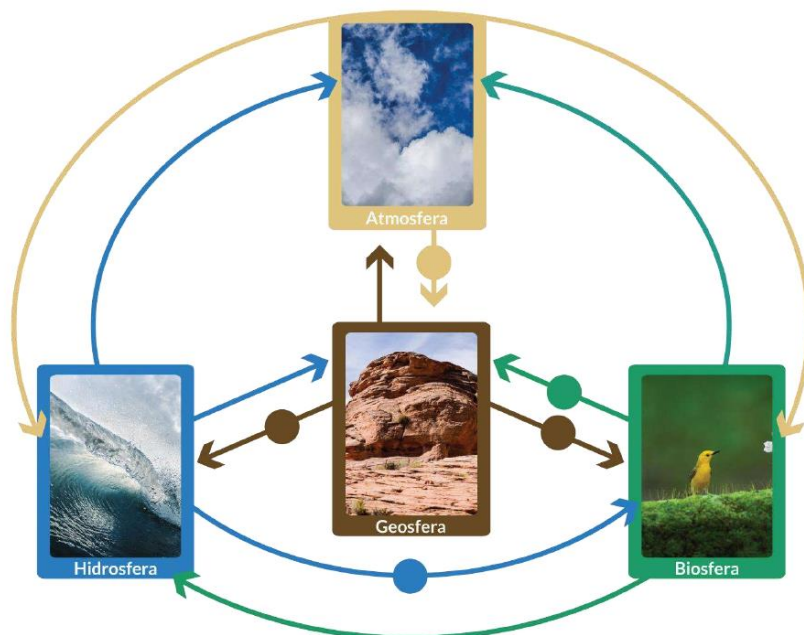
Figura 3.2 - Anémone emersa

Transição de materiais entre os subsistemas terrestres

1. A figura seguinte representa as transições dos materiais entre os quatro subsistemas terrestres: a Geosfera, a Biosfera, a Hidrosfera e a Atmosfera.

Escreve, em cada seta, o número da frase que descreve a transição de um determinado material presente na seguinte lista:

1. O uso de minerais do solo pelas plantas para o seu crescimento.
2. A produção de partes duras, como conchas, pelos animais aquáticos, através de minerais presentes na água do mar.
3. A acumulação de esqueletos de animais no fundo do mar e a sua transformação em rochas sedimentares biogénicas, como o calcário.
4. A decomposição e dissolução de rochas expostas a fatores meteorológicos e o seu transporte até ao mar pelos cursos de água.
5. A alteração do regime das chuvas e consequente alteração dos mecanismos de meteorização e erosão das rochas.



PARTE II

Saída de campo



Saída de Campo



Cuidados a ter durante a atividade

Durante a saída de campo é fundamental que não te esqueças de algumas regras de comportamento importantes, as quais foram referidas na última aula.

Paragem 1. “A zona rochosa da praia”

O ecossistema intertidal (zona entre-marés)

Para estudares os organismos existentes na praia do Castelo do Queijo vais realizar um percurso desde a zona infralitoral (mais perto do mar) para a zona supralitoral.

1. Escolhe um local para observares o substrato rochoso da praia e aproxima-te da **zona infralitoral**.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um “X” os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



Mexilhão
(*Mytilus galloprovincialis*)



Craca
(*Chthamalus* spp.)



Lapa
(*Patella* spp.)



Burrié
(*Littorina saxatilis*)



Caramujo
(*Phorcus* spp.)



Tomate-do-mar
(*Actinia equina*)



Anémone-do-mar
(*Anemonia viridis*)



Estrela-do-mar
(*Marthasterias glacialis*)



Ouriço-do-mar
(*Paracentrotus lividus*)



Bodelha
(*Fucus* sp.)



Liquen negro
(*Verrucaria maura*)



Alga incrustante
(*Lithophyllum* spp.)

1.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

2. Observa agora a **zona mediolitoral**, exceto as poças de maré.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um "X" os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



2.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

3. Vais agora estudar com mais detalhe alguns animais. Não te esqueças que são seres vivos e **não os debes magoar!**

Atenção! No final da tarefa, devolve com muito cuidado cada um dos seres vivos ao seu habitat.

3.1 Tenta retirar uma lapa do substrato rochoso e tocar no opérculo (abertura da concha) de um caramujo. Assinala com um "X" o acontece em ambos os casos.

Lapa

- ☐ Fecha a concha
- ☐ Retração do opérculo
- ☐ Libertação de água retida no interior da concha
- ☐ Não é possível retirar o organismo do substrato rochoso

Caramujo

- ☐ Fecha a concha
- ☐ Retração do opérculo
- ☐ Libertação de água retida no interior da concha
- ☐ Não é possível retirar o organismo do substrato rochoso

3.2 Tendo em consideração as alterações que o caramujo sofreu no seu opérculo e sabendo que é através desta abertura que efetua trocas com o meio ambiente, explica de que forma este organismo se adapta à menor disponibilidade de água?

4. Observa as poças de maré.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um “X” os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



Mexilhão
(*Mytilus galloprovincialis*)



Craca
(*Chthamalus* spp.)



Lapa
(*Patella* spp.)



Burrié
(*Littorina saxatilis*)



Caramujo
(*Phorcus* spp.)



Tomate-do-mar
(*Actinia equina*)



Anémone-do-mar
(*Anemonia viridis*)



Estrela-do-mar
(*Marthasterias glacialis*)



Ouriço-do-mar
(*Paracentrotus lividus*)



Bodelha
(*Fucus* sp.)



Liquen negro
(*Verrucaria maura*)



Alga incrustante
(*Lithophyllum* spp.)

4.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

4.2 Tendo em consideração os seres vivos que acabaste de observar, assinala com um “X” a qual das zonas associas as poças de maré.

- ☐ Zona infralitoral
☐ Zona mediolitoral

5. Observa a zona supralitoral.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um “X” os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



Mexilhão
(*Mytilus galloprovincialis*)



Craca
(*Chthamalus* spp.)



Lapa
(*Patella* spp.)



Burrié
(*Littorina saxatilis*)



Caramujo
(*Phorcus* spp.)



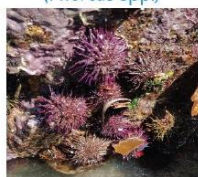
Tomate-do-mar
(*Actinia equina*)



Anémone-do-mar
(*Anemonia viridis*)



Estrela-do-mar
(*Marthasterias glacialis*)



Ouriço-do-mar
(*Paracentrotus lividus*)



Bodelha
(*Fucus* sp.)



Liquen negro
(*Verrucaria maura*)

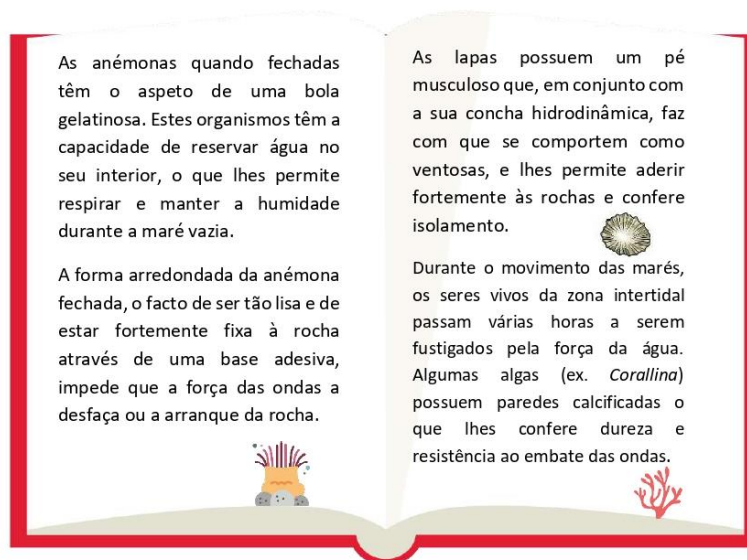


Alga incrustante
(*Lithophyllum* spp.)

5.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

6. Vais agora refletir sobre algumas características dos organismos que observaste.

Atenta nas informações que a seguir são apresentadas sobre organismos que vivem na zona intertidal.



Muitos outros organismos que estudaste possuem adaptações, comportamentais ou morfológicas, para sobreviverem à variação das condições ambientais.

6.1 Assinala com um “X” as adaptações comportamentais e/ou morfológicas que os seres vivos da zona intertidal possuem para sobreviver à exposição ao ar (dessecação) e à temperatura elevada.

- ☐ Estruturas de fixação (bisso; pé muscular; pés ambulacrários; pedúnculos; ...)
- ☐ Fecham as conchas ou placas calcárias
- ☐ Selam o opérculo
- ☐ Concha achatada
- ☐ Concha clara e/ou com arestas/estrias proeminentes
- ☐ Concha escura e/ou lisa
- ☐ Paredes celulares calcificadas
- ☐ Tecidos com elevada resistência à perda de água
- ☐ Tecidos com fraca resistência à perda de água
- ☐ Deslocam-se para locais abrigados (micro-habitats; fendas rochosas; poças; ...)
- ☐ Acumulam água no interior das conchas

6.2. Assinala com um "X" as adaptações comportamentais e/ou morfológicas que os organismos da zona intertidal possuem para sobreviver ao hidrodinamismo.

- ☐ Estruturas de fixação (bisso; pé muscular; pés ambulacrários; pedúnculos; ...)
- ☐ Fecham as conchas ou placas calcárias
- ☐ Selam o opérculo
- ☐ Concha achatada
- ☐ Concha clara e/ou com arestas/estrias proeminentes
- ☐ Concha escura e/ou lisa
- ☐ Paredes celulares calcificadas
- ☐ Tecidos com elevada resistência à perda de água
- ☐ Tecidos com fraca resistência à perda de água
- ☐ Deslocam-se para locais abrigados (micro-habitats; fendas rochosas; poças; ...)
- ☐ Acumulam água no interior das conchas

Paragem 2 - “O areal da praia”

Subsistemas terrestres

Observa o que te rodeia e responde às seguintes questões:

1. Indica elementos que pertençam à:

Biosfera.

Hidrosfera.

Geosfera.

Atmosfera.

2. Registo fotográfico



Faz o registo fotográfico dos elementos de cada um dos subsistemas terrestres que identificaste anteriormente.

3. Interação entre os subsistemas terrestres.

Refere uma interação entre:

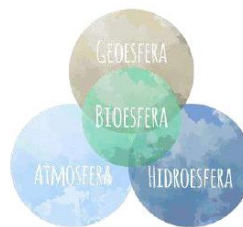
A hidrosfera e a atmosfera.

A biosfera e a geosfera.

A atmosfera e a geosfera.

A biosfera e hidrosfera.

4. Indica um fenómeno que reflete uma interação entre a atmosfera, hidrosfera e geosfera.



5. A figura 4 ilustra uma das estruturas geomorfológicas que se podem observar nesta praia, as marmitas de gigante. Estas estruturas são depressões circulares ou elípticas escavadas no granito que resultam da erosão provocada pelo redemoinhar de seixos e blocos movimentados pela ação das águas do mar.



Figura 4 - Marmita de gigante da praia do Castelo do Queijo.

Assinala com um "X" os subsistemas terrestres envolvidos no fenómeno de formação das marmitas de gigante.

- ☐ Biosfera
- ☐ Hidrosfera
- ☐ Geosfera
- ☐ Atmosfera

6. Quais são os fenómenos observados neste local, que refletem interações entre os subsistemas terrestres e o Homem?

Paragem 3. “Zona de acesso à praia”

Agressões ambientais

Durante a visita à praia do Castelo do Queijo poderás ter observado algumas agressões ambientais.



1. Assinala com um “X” os resíduos que detetaste

- ☐ Resíduos sólidos urbanos (lixo doméstico, latas, papeis, plásticos, etc.)
- ☐ Resíduos de construção e demolição (metais, madeira, materiais de construção, etc.)
- ☐ Resíduos químicos e industriais (baterias, tintas, medicamentos, etc.)
- ☐ Efluentes, esgotos domésticos, agropecuários ou industriais
- ☐ Odores incomodativos
- ☐ Espuma ou manchas de óleo
- ☐ Sinais de eutrofização (cobertura excessiva de vegetação flutuante ou algas)

2. Verifica e assinala com um “X” se nos acessos à praia do Castelo do Queijo, existem:

- ☐ Ecopontos
- ☐ Ecocentros
- ☐ Caixotes do lixo

3. Propõe duas medidas que possam ser implementadas a fim de resolver os problemas detetados.

4. Escreve aqui as questões que surgiram no decorrer desta atividade e que gostarias de abordar na próxima aula.



Apêndice 2. Guia do Professor



Organização do Guia

O guia está organizado em duas partes:

Parte I | Atividade Pré - Saída de campo

A primeira parte foi planeada para decorrer em contexto de sala de aula e divide-se em dois grupos: “O intertidal rochoso” e “Transição de materiais entre os subsistemas terrestres”. De carácter teórico, esta pretende: apresentar e caracterizar a praia da saída de campo; dar a conhecer a biodiversidade marinha da zona intertidal e as adaptações dos diferentes organismos à variação dos fatores abióticos e, recordar a Terra como um sistema composto por subsistemas em interação. Termina com a resolução de exercícios sobre os conteúdos acima referidos.

Parte II | Saída de campo

A segunda parte do guia corresponde à saída de campo à praia do Castelo do Queijo, e está organizada em três paragens: “A zona rochosa da praia”; “O areal da praia” e “Zona de acesso à praia”. O guia está estruturado de forma a que cada grupo de trabalho saiba o que deve fazer em cada uma delas - os organismos que devem identificar e os aspetos a ter em atenção. Cada grupo deve, também, responder às questões colocadas e, no final da saída, entregar o guia ao professor.

Objetivos:

- Identificar os padrões de distribuição dos organismos presentes na zona intertidal de substrato rochoso;
- Observar a diversidade biológica existente e as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos;
- Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal;
- Observar a interação entre os subsistemas terrestres no ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra.

PARTE I

Atividade Pré-Saída de campo



Atividade Pré - Saída de Campo

Nas aulas de Ciências Naturais do 8º ano, temos estudado a temática dos ecossistemas. Nesta saída de campo vais ter oportunidade de estudar um ecossistema perto da tua escola, a praia do Castelo do Queijo, que constitui um exemplo de um ecossistema marinho entre-marés.



Figura 1 - Zona intertidal da Praia do Castelo do Queijo.

Esta praia localiza-se a Norte da foz do rio Douro, na zona ocidental da cidade do Porto, e nela é possível observar a relação entre um granito biotítico, o Granito do Castelo do Queijo, e as rochas por ele intruídas, que constituem os terrenos da Faixa Metamórfica da Foz do Douro, representados, essencialmente, por gnaisses e metassedimentos.

Estes afloramentos rochosos contêm uma grande biodiversidade de organismos, principalmente na zona intertidal, também conhecida por zona entre-marés (Figura 1). Esta zona estabelece a fronteira entre o domínio terrestre e marinho, e está sujeita à subida e descida da maré. Por esta razão, os organismos que ocupam esta zona encontram-se sujeitos a uma variação de fatores abióticos claramente superior à verificada nos restantes ambientes marinhos.

As condições ambientais variáveis que se fazem sentir obrigam os seres vivos que habitam esta zona a ter adaptações morfológicas e comportamentais bastante singulares, uma vez que para sobreviverem, têm de conseguir aguentar grandes variações de periodicidade e amplitude das marés, de intensidade luminosa, de temperatura, salinidade e outros fatores. Estas adaptações permitem-lhes fazer face a situações extremas, evitando a dessecação, resistindo à ação mecânica das ondas e mantendo o balanço térmico e respiratório.

A distribuição dos seres vivos na zona intertidal pode, por vezes, traduzir-se numa distribuição em faixas (ou bandas). A classificação proposta por Stephenson & Stephenson (1949) subdivide esta região em três zonas: zona supralitoral, zona mediolitoral e zona infralitoral.

O Sistema Terra é constituído por um conjunto de quatro subsistemas principais abertos - geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera - que efetuam, entre si, trocas de matéria e energia. A constante interação entre estes subsistemas terrestres é facilmente observável em vários locais do nosso planeta, em especial no contexto de zona costeira como o apresentado na praia do Castelo do Queijo.

O intertidal rochoso

A zona intertidal da praia do Castelo do Queijo é um ecossistema que, tal como todos os outros, é regulado pela interação dos fatores abióticos e bióticos.

1. Indica fatores abióticos que podem influenciar os seres vivos dessa zona.

Nesta questão, os alunos devem recordar o conceito de ecossistema, como o nível de organização mais abrangente, no qual existe uma complexa interação entre os fatores bióticos - componente viva, os seres vivos - e os fatores abióticos - componente não viva, que inclui o meio físico e os fatores físico-químicos a ele associados (Hickman *et al.*, 1995). De forma a responderem à questão, o professor deve auxiliar os alunos para que refiram os fatores abióticos: temperatura, tempo de imersão/emersão, variação da salinidade, hidrodinamismo e tipo de substrato.

Através desta questão pretende-se chamar a atenção dos alunos para alguns dos fatores abióticos existentes no ecossistema intertidal, para que nas próximas questões associem estes fatores às adaptações dos seres vivos ao meio. Assim, nesta questão são requeridas competências no domínio do conhecimento substantivo.

2. Observa com atenção o esquema da figura 2, onde estão representadas três zonas distintas da zona intertidal.

A delimitação das três zonas relaciona-se com a existência de diferentes associações de organismos, cuja presença está dependente dos fatores abióticos e das suas adaptações aos mesmos.



Figura 2 - Zona intertidal (Adaptado de Delgado, Z., Canha, P., & Trinca, B. C. (2014, p.72)).

2.1 Estabelece a correspondência correta entre as zonas da coluna I e as frases da coluna II.

COLUNA I	COLUNA II
Zona supralitoral	Zona que raramente fica emersa, podendo apenas a parte superior ficar a descoberta na maré baixa.
Zona mediolitoral	Zona que raramente fica coberta de água, sujeita a salpicos de água.
Zona infralitoral	Zona sujeita a uma emersão e imersão alternadas, duas vezes por dia.

Nesta questão os alunos devem chegar à seguinte correspondência: zona supralitoral – zona que raramente fica coberta de água, sujeita a salpicos de água; zona mediolitoral – zona sujeita a uma emersão e imersão alternadas, duas vezes por dia; zona infralitoral – zona que raramente fica emersa, podendo apenas a parte superior ficar a descoberta na maré baixa. Através desta questão pretende-se que os alunos percebam a influência do fenómeno das marés na zonação dos seres vivos intertidais. Por exemplo, os organismos que suportam facilmente a exposição ao ar serão encontrados na zona supralitoral e aqueles que são mais sensíveis a este fator serão encontrados na zona infralitoral.

Para responder a esta questão são requeridas competências nos domínios do conhecimento substantivo e processual, através da leitura e interpretação de uma tabela sobre a zonação de um ecossistema entre-marés.

2.2 De seguida apresenta-se uma breve descrição para sete seres vivos que habitam a zona intertidal. Estabelece a distribuição de cada um deles por cada uma das três zonas consideradas na figura 2.



Burrié (*Melaraphe neritoides*)

Habita nas fendas das rochas, em locais com maior índice de humidade, de modo a suportar longos períodos sem beneficiar da ação da água do mar.

Líquen negro (*Verrucaria maura*)

Líquen (simbiose de uma alga com um fungo) que pode cobrir áreas rochosas muito extensas. O seu aspeto lembra o alcatrão derramado sobre a rocha. Nesta associação simbiótica, o fungo mantém uma certa humidade em redor da alga e absorve água e sais minerais que ficam disponíveis para a alga, permitindo a resistência do líquen a longos períodos sem água do mar.



Craca (*Chthamalus montagui* e *C. stellatus*)

Fecha a sua abertura na concha de modo a minimizar as perdas de água, estando por isso adaptada à exposição ao ar e a temperaturas elevadas em situação de maré vazia.

Caramujo (*Phorcus* spp.)

Quando a maré está vazia, fica exposto ao ar e por isso fecha o opérculo, adaptando-se à menor disponibilidade de água. Normalmente, os burriés vivem em grupo de modo a protegerem-se do hidrodinamismo e a preservarem a humidade do seu habitat.



Algas (*Gelidium corneum* - à esquerda e *Saccorhiza polyschides* - à direita)

Algas vermelhas e castanhas, respetivamente, que podem formar faixas muito extensas e densas. Ficam expostas ao ar aquando de marés baixas de maior amplitude.



Ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*)

Herbívoro, alimenta-se de algas raspando com a sua cavidade bucal a superfície rochosa. Escava no substrato a concavidade onde se refugia. A sua distribuição encontra-se associada à disponibilidade de alimento. Protegem-se do hidrodinamismo através de um mecanismo de fixação forte, mas temporário, os pés ambulacrários.



Com base na descrição feita para cada um dos sete seres vivos, os alunos devem fazer a seguinte distribuição: *Gelidium corneum* e *Saccorhiza polyschides* e *Paracentrotus lividus* localizam-se com maior abundância na zona inferior (infralitoral); *Chthamalus montagui* e *C. stellatus* na zona intermédia (mediolitoral); e *Melaraphe neritoides* e *Verrucaria maura* na zona superior (supralitoral).

No final da discussão a esta questão, os alunos devem ficar a compreender que o fenómeno das marés tem como principal consequência a zonação de muitos seres vivos, ou seja, a disposição dos organismos em faixas paralelas ao nível do mar e a determinadas alturas no perfil da praia (Stephenson & Stephenson, 1949). A distribuição espacial dos povoamentos em andares origina a divisão do sistema da zona intertidal em: supralitoral, mediolitoral e infralitoral. Os organismos que suportam facilmente a exposição ao ar, entre outros fatores associados, serão encontrados na parte superior da praia e aqueles que são mais sensíveis a este fator, serão encontrados na parte inferior. Entre estes dois extremos encontram-se várias espécies que toleram a emersão e imersão em diferentes graus (Nybakken & Bertness, 2005).

Para responder a esta questão são requeridas competências no domínio do raciocínio, através da interpretação de informação.

3. Atenta as figuras 3.1 e 3.2 que representam o aspeto de uma anémone (*Actinia fragacea*) imersa e emersa, respetivamente, na zona infralitoral da praia do Castelo do Queijo. Explica a mudança de aspeto da anémone.



Figura 3.1 - Anémone imersa



Figura 3.2 - Anémone emersa

Através da análise das figuras 3.1 e 3.2, os alunos devem verificar que a anémone de modo a proteger-se da exposição ao ar e assim manter o nível de humidade no corpo, recolheu os seus tentáculos, concluindo que este organismo se encontra adaptado às características do ambiente em que vive. Assim, com esta questão pretende-se que os alunos percebam que, para poderem sobreviver à exposição ao ar, os seres vivos desenvolvem adaptações específicas podendo estas ser comportamentais ou morfológicas.

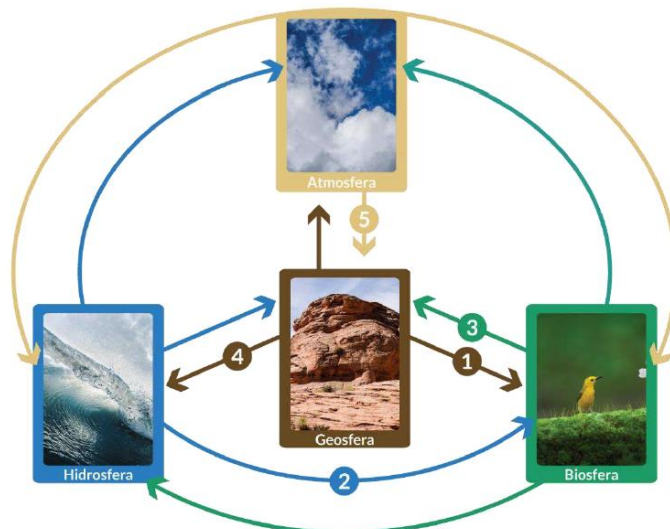
Transição de materiais entre os subsistemas terrestres

1. A figura seguinte representa as transições dos materiais entre os quatro subsistemas terrestres: a Geosfera, a Biosfera, a Hidrosfera e a Atmosfera.

Escreve, em cada seta, o número da frase que descreve a transição de um determinado material presente na seguinte lista:

1. O uso de minerais do solo pelas plantas para o seu crescimento.
2. A produção de partes duras, como conchas, pelos animais aquáticos, através de minerais presentes na água do mar.
3. A acumulação de esqueletos de animais no fundo do mar e a sua transformação em rochas sedimentares biogénicas, como o calcário.
4. A decomposição e dissolução de rochas expostas a fatores meteorológicos e o seu transporte até ao mar pelos cursos de água.
5. A alteração do regime das chuvas e consequente alteração dos mecanismos de meteorização e erosão das rochas.

Nesta questão os alunos devem chegar à seguinte correspondência:



Através desta questão pretende-se que os alunos percebam o Sistema Terra como um sistema dinâmico, constituído por um conjunto de quatro subsistemas principais abertos – geosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera – que efetuam, entre si, trocas de matéria e energia; e reflitam sobre a forma como os subsistemas terrestres funcionam e se inter-relacionam.

PARTE II

Saída de campo



Saída de Campo



Cuidados a ter durante a atividade

Durante a saída de campo é fundamental que não te esqueças de algumas regras de comportamento importantes, as quais foram referidas na última aula.

Paragem 1. “A zona rochosa da praia”

O ecossistema intertidal (zona entre-marés)

Para estudares os organismos existentes na praia do Castelo do Queijo vais realizar um percurso desde a zona infralitoral (mais perto do mar) para a zona supralitoral.

1. Escolhe um local para observares o substrato rochoso da praia e aproxima-te da **zona infralitoral**.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um “X” os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



X



Mexilhão
(*Mytilus galloprovincialis*)

Craca
(*Chthamalus* spp.)

Lapa
(*Patella* spp.)

Burrié
(*Littorina saxatilis*)



X



X



X

Caramujo
(*Phorcus* spp.)

Tomate-do-mar
(*Actinia equina*)

Anémone-do-mar
(*Anemonia viridis*)

Estrela-do-mar
(*Marthasterias glacialis*)



X



X

Ouriço-do-mar
(*Paracentrotus lividus*)

Bodelha
(*Fucus* sp.)

Liquen negro
(*Verrucaria maura*)

Alga incrustante
(*Lithophyllum* spp.)

1.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

Na zona infralitoral do intertidal, os diferentes grupos de alunos, com a orientação do professor e recorrendo ao guia de identificação de organismos, podem identificar alguns dos seguintes seres vivos: Anémone (*Actinia equina*; *Actinia fragacea*; *Anemonia viridis*); Ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*); Mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*); Estrela-do-mar (*Marthasterias glacialis*); Barroeira (*Sabellaria alveolata*); Burrié (*Steromphala umbilicalis*); Alface-do-mar (*Ulva rigida*); Alga incrustante (*Lithophyllum* spp.); Coralina (*Corallina* spp.).

Nesta questão, são requeridas competências no domínio do conhecimento substantivo e processual, através da interpretação de dados expressos no guia de identificação de espécies assim como efetuar a correspondente identificação dos seres vivos observados na zona intertidal.

2. Observa agora a **zona mediolitoral**, exceto as poças de maré.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um "X" os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.

	X		X		X		
Mexilhão (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)		Craca (<i>Chthamalus</i> spp.)		Lapa (<i>Patella</i> spp.)		Burrié (<i>Littorina saxatilis</i>)	
	X		X				
Caramujo (<i>Phorcus</i> spp.)		Tomate-do-mar (<i>Actinia equina</i>)		Anémone-do-mar (<i>Anemonia viridis</i>)		Estrela-do-mar (<i>Marthasterias glacialis</i>)	
			X				
Ouriço-do-mar (<i>Paracentrotus lividus</i>)		Bodelha (<i>Fucus</i> sp.)		Liquen negro (<i>Verrucaria maura</i>)		Alga incrustante (<i>Lithophyllum</i> spp.)	

2.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

Na zona mediolitoral do intertidal, os diferentes grupos de alunos, com a orientação do professor e recorrendo ao guia de identificação de organismos, podem identificar alguns dos seguintes seres vivos: Anémone (*Actinia equina* e *Actinia fragacea*); Mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*); Cracas pequenas (*Chthamalus* spp.); Caramujo (*Phorcus* spp.); Lapa (*Patella* spp.); Burrié (*Steromphala umbilicalis*); Barroeira (*Sabellaria alveolata*); Bodelha (*Fucus* sp.).

3. Vais agora estudar com mais detalhe alguns animais. Não te esqueças que são seres vivos e **não os debes magoar!**

Atenção! No final da tarefa, devolve com muito cuidado cada um dos seres vivos ao seu habitat.

3.1 Tenta retirar uma lapa do substrato rochoso e tocar no opérculo (abertura da concha) de um caramujo. Assinala com um "X" o acontece em ambos os casos.

Lapa

- ☐ Fecha a concha
- ☐ Retração do opérculo
- ☐ Libertação de água retida no interior da concha
- ☒ Não é possível retirar o organismo do substrato rochoso

Caramujo

- ☐ Fecha a concha
- ☒ Retração do opérculo
- ☒ Libertação de água retida no interior da concha
- ☐ Não é possível retirar o organismo do substrato rochoso

Ao tentarem retirar uma lapa da rocha, os alunos não vão conseguir remover o organismo ou conseguem-no muito dificilmente, uma vez que a lapa está fixa na rocha. Perante esta situação, o professor deve relembrar aos alunos que a fixação das lapas à rocha tem a função de minimizar a perda de água, sendo, assim, uma adaptação à demorada exposição ao ar e a temperaturas elevadas. Igualmente, pode recorrer-se ao caramujo ou burrié, nos quais um toque no opérculo leva à sua retração e à libertação do excesso de água retido no interior da concha.

Pretende-se, deste modo, que os alunos mobilizem competências no domínio dos conhecimentos substantivo e processual.

3.2 Tendo em consideração as alterações que o caramujo sofreu no seu opérculo e sabendo que é através desta abertura que efetua trocas com o meio ambiente, explica de que forma este organismo se adapta à menor disponibilidade de água?

Depois de verificado que um toque no opérculo do caramujo leva à sua retração, pretende-se que os alunos compreendam que este organismo se adapta à menor disponibilidade de água fechando o opérculo, uma vez que com esta placa fechada deixam de existir trocas com o meio ambiente evitando, assim, as perdas de água. Se os alunos questionarem o motivo de não ocorrerem trocas com o meio através da concha do caramujo, o docente deverá referir que tal não ocorre porque a concha é impermeável (Nybakken & Bertness, 2005).

4. Observa as poças de maré.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um “X” os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.

Mexilhão (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	Craca (<i>Chthamalus</i> spp.)	Lapa (<i>Patella</i> spp.)	Burrié (<i>Littorina saxatilis</i>)
Caramujo (<i>Phorcus</i> spp.)	Tomate-do-mar (<i>Actinia equina</i>)	Anémone-do-mar (<i>Anemonia viridis</i>)	Estrela-do-mar (<i>Marthasterias glacialis</i>)
Ouriço-do-mar (<i>Paracentrotus lividus</i>)	Bodelha (<i>Fucus</i> sp.)	Líquen negro (<i>Verrucaria maura</i>)	Alga incrustante (<i>Lithophyllum</i> spp.)

4.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

Nas poças de maré do intertidal, os diferentes grupos de alunos, com a orientação do professor e recorrendo ao guia de identificação de organismos, podem identificar alguns dos seguintes seres vivos: Anémone (*Actinia equina*; *Actinia fragacea*; *Anemonia viridis*); Alga incrustante (*Lithophyllum* spp.); Coralina (*Corallina* spp.); Burrié (*Steromphala umbilicalis*); Ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*); Estrela-do-mar (*Marthasterias glacialis*).

Caso os alunos observem peixes nas poças de maré, o professor deve chamar a atenção para o facto dos peixes se deslocarem para a zona infralitoral quando a maré está cheia.

Nesta tarefa são requeridas competências no domínio do conhecimento substantivo e processual, através da interpretação de dados expressos no guia de identificação de espécies e também através da correspondente identificação dos seres vivos das poças de maré da zona mediolitoral.

4.2 Tendo em consideração os seres vivos que acabaste de observar, assinala com um "X" a qual das zonas associas as poças de maré.

☒ Zona infralitoral

☐ Zona mediolitoral

Nesta questão pretende-se que os discentes associem as poças de maré à zona infralitoral, uma vez que os seres vivos que encontraram nas poças são diferentes dos que encontraram na zona mediolitoral, mas semelhantes aos que identificaram na zona infralitoral. O professor deve relembrar que as poças de maré são uma exceção na zona mediolitoral, sendo um local com condições ambientais semelhantes às da zona infralitoral, e que por isso são representativas em termos de biodiversidade da zona infralitoral.

5. Observa a zona supralitoral.



Com auxílio do guia de identificação de espécies, assinala com um "X" os organismos que consegues observar e faz o registo fotográfico de cada um deles.



Mexilhão
(*Mytilus galloprovincialis*)



Craca
(*Chthamalus* spp.)



Lapa
(*Patella* spp.)



Burrié
(*Littorina saxatilis*)



Caramujo
(*Phorcus* spp.)



Tomate-do-mar
(*Actinia equina*)



Anémone-do-mar
(*Anemonia viridis*)



Estrela-do-mar
(*Marthasterias glacialis*)



Ouriço-do-mar
(*Paracentrotus lividus*)



Bodelha
(*Fucus* sp.)



Liquen negro
(*Verrucaria maura*)



Alga incrustante
(*Lithophyllum* spp.)

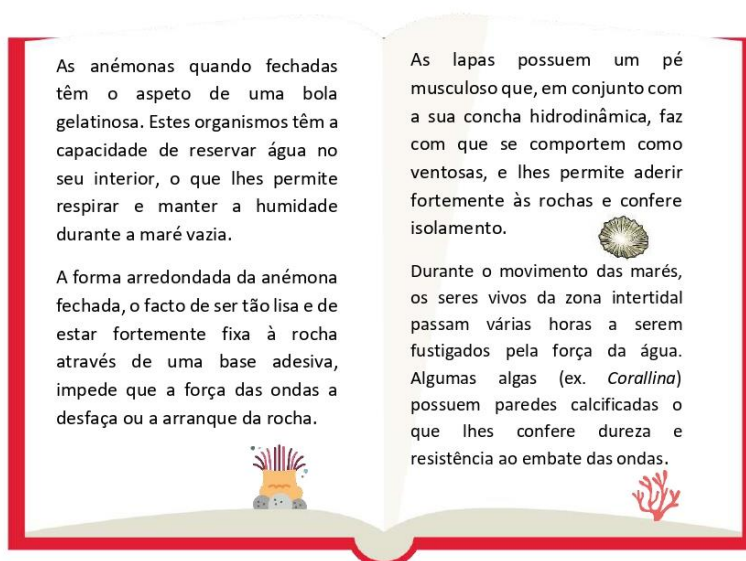
5.1 Se observares outros organismos para além dos indicados, menciona-os.

Na zona supralitoral, os alunos podem encontrar algumas das seguintes espécies: Burrié (*Littorina saxatilis*; *Melaraphe neritoides*); Líquen negro (*Verrucaria maura*).

Nesta tarefa são requeridas competências no domínio do conhecimento substantivo e processual, através da interpretação de dados expressos no guia de identificação de espécies e também através da correspondente identificação dos seres vivos observados na zona supralitoral.

6. Vais agora refletir sobre algumas características dos organismos que observaste.

Atenta nas informações que a seguir são apresentadas sobre organismos que vivem na zona intertidal.



Muitos outros organismos que estudaste possuem adaptações, comportamentais ou morfológicas, para sobreviverem à variação das condições ambientais.

6.1 Assinala com um "X" as adaptações comportamentais e/ou morfológicas que os seres vivos da zona intertidal possuem para sobreviver à exposição ao ar (dessecação) e à temperatura elevada.

- ☐ Estruturas de fixação (bisso; pé muscular; pés ambulacrários; pedúnculos; ...)
- ☒ Fecham as conchas ou placas calcárias
- ☒ Selam o opérculo
- ☐ Concha achatada
- ☒ Concha clara e/ou com arestas/estrias proeminentes

- ☐ Concha escura e/ou lisa
- ☐ Paredes celulares calcificadas
- ☒ Tecidos com elevada resistência à perda de água
- ☐ Tecidos com fraca resistência à perda de água
- ☒ Deslocam-se para locais abrigados (micro-habitats; fendas rochosas; poças; ...)
- ☒ Acumulam água no interior das conchas

Nesta questão o professor deve auxiliar os alunos, no sentido de verificarem e perceberem que as dimensões dos animais, como as lapas e os burriés e caramujos vão permitir que os mesmos armazenem maiores quantidades de água no seu interior e, ainda, permitir que o animal demore mais tempo a aquecer (um corpo maior demora mais tempo a aquecer do que um mais pequeno) (Nybakken & Bertness, 2005); além disso os animais que possuem uma cor mais clara permitem-lhes um menor aquecimento, estando por isso melhor adaptados à demorada exposição ao ar e a temperaturas elevadas.

Nesta questão são requeridas competências no domínio do raciocínio, pela aplicação de conhecimentos sobre a adaptação dos seres vivos ao meio.

6.2. Assinala com um “X” as adaptações comportamentais e/ou morfológicas que os organismos da zona intertidal possuem para sobreviver ao hidrodinamismo.

- ☒ Estruturas de fixação (bisso; pé muscular; pés ambulacrários; pedúnculos; ...)
- ☐ Fecham as conchas ou placas calcárias
- ☐ Selam o opérculo
- ☒ Concha achatada
- ☐ Concha clara e/ou com arestas/estrias proeminentes
- ☐ Concha escura e/ou lisa
- ☒ Paredes celulares calcificadas
- ☐ Tecidos com elevada resistência à perda de água
- ☐ Tecidos com fraca resistência à perda de água
- ☒ Deslocam-se para locais abrigados (micro-habitats; fendas rochosas; poças; ...)
- ☐ Acumulam água no interior das conchas

De forma a auxiliar os alunos a responder a esta questão, o professor poderá levantar algumas questões de orientação, tais como “os mexilhões são animais de vida sésil ou livre?”; “como se ficam as lapas à rocha?”; “onde se encontram preferencialmente os burriés e caramujos?”. Desta forma, os alunos podem refletir e chegar às seguintes conclusões: o mexilhão é um animal sésil e possui bisco para se fixar à rocha e a lapa possui um pé muscular que lhe permite estar fixa ao substrato rochoso. Já os burriés e caramujos, enquanto animais de vida livre encontram-se em fendas ou cavidades nas rochas para ficarem mais protegidos da ação das ondas.

Assim, nesta questão pretende-se que os alunos apliquem conhecimentos já adquirido sobre a adaptação dos seres vivos ao meio e, desta forma, desenvolvam competências nos domínios do conhecimento substantivo e do raciocínio.

Paragem 2 - “O areal da praia”

Subsistemas terrestres

Observa o que te rodeia e responde às seguintes questões:

1. Indica elementos que pertençam à:

Biosfera

Gaivotas; algas; mexilhões; lapas; cracas; anémonas; ...

Hidrosfera.

Mar

Geosfera.

Rochas; areia; seixos; ...

Atmosfera.

Ar; vento; nevoeiro ...



Acima apresentam-se algumas sugestões de elementos que podem ser observados na praia do Castelo do Queijo. Através desta questão pretende-se que os estudantes observem o ambiente que os rodeia identificando elementos dos quatro subsistemas terrestres e, assim, desenvolvam competências no domínio do conhecimento substantivo e processual.

2. Registo fotográfico



Faz o registo fotográfico dos elementos de cada um dos subsistemas terrestres que identificaste anteriormente.

3. Interação entre os subsistemas terrestres.

Refere uma interação entre:

A atmosfera e a hidrosfera.

O vento faz ondas no mar.

A biosfera e a geosfera.

Os seres vivos (como as algas, mexilhões, lapas, etc ...) vivem fixos às rochas.

A atmosfera e a geosfera.

O vento provoca a erosão das rochas.

A biosfera e hidrosfera.

Os seres vivos (como peixes, algas, etc ...) que habitam no mar e realizam trocas gasosas com a água do mar.

Acima apresentam-se algumas sugestões de interações entre os subsistemas terrestres observáveis na praia do Castelo do Queijo.

Através desta tarefa pretende-se que os alunos observem o ambiente que os rodeia identificando exemplos de interações entre os subsistemas terrestres e, assim, reflitam sobre o Sistema Terra de forma holística, compreendendo que as mudanças num subsistema não influenciam apenas esse subsistema, mas a Terra como um todo. desenvolvam competências no domínio do conhecimento substantivo e processual.

4. Indica um fenómeno que reflete uma interação entre a atmosfera, hidrosfera e geosfera.

Erosão

5. A figura 4 ilustra uma das estruturas geomorfológicas que se podem observar nesta praia, as marmitas de gigante. Estas estruturas são depressões circulares ou elípticas escavadas no granito que resultam da erosão provocada pelo redemoinhar de seixos e blocos movimentados pela ação das águas do mar.



Figura 4 - Marmita de gigante da praia do Castelo do Queijo.

Assinala com um "X" os subsistemas terrestres envolvidos no fenómeno de formação das marmitas de gigante.

- ☐ Biosfera
- ☒ Hidrosfera
- ☒ Geosfera
- ☐ Atmosfera

O professor pode, ainda, chamar a atenção dos alunos para outros aspetos geológicos que estão presentes na praia do Castelo do Queijo: diferentes tipos de rochas; a ação da erosão (caos de blocos); seixos rolados; a intrusão de filões; etc.

6. Quais são os fenómenos observados neste local, que refletem interações entre os subsistemas terrestres e o Homem?

De seguida apresentam-se alguns exemplos de interações entre os subsistemas terrestres e o Homem observáveis na praia do Castelo do Queijo: Escadas; Forte de São Francisco; Passadiços; etc.

Nesta questão pretende-se que os alunos compreendam o ser humano, as suas atividades e as sociedades como parte integrante do sistema terrestre, levando-os a tomar consciência das consequências da ação humana e a preocuparem-se com o meio ambiente.

Paragem 3. “Zona de acesso à praia”

Agressões ambientais

Durante a visita à praia do Castelo do Queijo poderás ter observado algumas agressões ambientais.

1. Assinala com um “X” os resíduos que detetaste.

☒ Resíduos sólidos urbanos (lixo doméstico, latas, papeis, plásticos, etc.)

☐ Resíduos de construção e demolição (metais, madeira, materiais de construção, etc.)

☐ Resíduos químicos e industriais (baterias, tintas, medicamentos, etc.)

☒ Efluentes, esgotos domésticos, agropecuários ou industriais

☐ Odores incomodativos

☒ Espuma ou manchas de óleo

☐ Sinais de eutrofização (cobertura excessiva de vegetação flutuante ou algas)

2. Verifica e assinala com um “X” se nos acessos à praia do Castelo do Queijo, existem:

☐ EcoPontos

☐ Ecocentros

☒ Caixotes do lixo

3. Propõe duas medidas que possam ser implementadas a fim de resolver os problemas detetados.

Apresentam-se algumas sugestões de medidas: realizar limpezas da praia e dos acessos à praia; tratamento de esgotos; produzir menos lixo, reciclando e reutilizando; etc.

Através desta questão, pretende-se que os alunos contactem com um problema local de perturbação ao equilíbrio dos ecossistemas devido à intervenção humana. Adicionalmente, pretende-se que os alunos reconheçam o homem como um fator biótico que, por um lado, está na origem da perturbação do equilíbrio dos ecossistemas e, por outro, tem a possibilidade de atuar no combate a essas perturbações.



4. Escreve aqui as questões que surgiram no decorrer desta atividade e que gostarias de abordar na próxima aula.

No final da saída de campo, o professor, deve recolher o guia de cada aluno, de modo a efetuar a sua correção. Desta forma, o docente poderá verificar quais as questões onde os diferentes grupos apresentaram maiores dificuldades, para que na aula posterior à saída de campo (Pós-saída) possam ser esclarecidas e compreendidos os conceitos mais abstratos.



Apêndice 3. Mini-poster

Guia de Identificação de Espécies	
	Patella spp. Nome Comum Lapa Características: concha univalve cônica de cor clara, apresenta estrias concêntricas e verticais, possuem um pé musculoso em forma de disco Distribuição vertical: mediolitoral, geralmente em grupo Outras características: produzem uma espécie de "cola" para resistir ao desalojamento causado pela ação das ondas
	Chthamalus spp. Nome Comum Craca Características: possui um exoesqueleto calcificado composto por várias placas de forma cônica, no topo localiza-se o opérculo que abre e fecha quando a craca se alimenta e respira Distribuição vertical: mediolitoral, geralmente em grupo Outras características: fixas ao substrato, encontram-se em rochas não expostas à ação direta das ondas
	Paracentrotus lividus Nome Comum Ouriço-do-mar Características: diâmetro até 7 cm, esqueleto duro e coberto de espinhos grandes e fortes; cor geralmente violeta a castanho Distribuição vertical: infralitoral e poças de maré Outras características: abrigam-se em cavidades e fixam-se às rochas
	Marthasterias glacialis Nome Comum Estrela-do-mar Características: 5 braços com espinhos cónicos; reduzido corpo central; cor geralmente amarela, por vezes esbranquiçada ou esverdeada Distribuição vertical: infralitoral e poças de maré Outras características: têm capacidade de regeneração dos seus tecidos
	Lythophyllum spp. Nome Comum Alga incrustante Características: talo consistente em lâmina de tecido calcificado, atinge 4 cm de espessura; cor rosada Distribuição vertical: infralitoral e poças de maré Outras características: adere fortemente ao substrato
	Mytilus galloprovincialis Nome Comum Mexilhão Características: concha bivalve oval alongada de cor preto azulado, com estrias concêntricas, unida dorsalmente Distribuição vertical: mediolitoral, geralmente em grupo Outras características: fixos ao substrato através do bisco
	Sabellaria alveolata Nome Comum Barroeira Características: minhoca marinha segmentada até 4 cm de comprimento que vive em tubos que constrói com areia e/ou fragmentos de conchas; cor castanho claro Distribuição vertical: mediolitoral e infralitoral Outras características: formam recifes de dimensão variada
	Actinia fragacea Nome Comum Morango-do-mar Características: corpo cilíndrico com base larga até 10 cm, possui numerosos tentáculos retráteis; cor vermelha com pontos verdes Distribuição vertical: infralitoral e mediolitoral Outras características: fixa-se a substratos duros e tem a aparência de um morango
	Actinia equina Nome Comum Tomate-do-mar Características: corpo cilíndrico, pode atingir 6-7 cm de comprimento, possui cerca de 200 tentáculos curtos e retráteis; cor avermelhada ou verde azetona Distribuição vertical: mediolitoral Outras características: fixa-se a substratos duros, tolera grandes variações de temperatura e salinidade
	Anemonia viridis Nome Comum Anêmona-do-mar Características: corpo cilíndrico, possui cerca de 200 tentáculos longos e não retráteis de cor verde com extremidades arroweada Distribuição vertical: infralitoral e poças de maré Outras características: base fortemente aderente
	Steromphala umbilicalis Nome Comum Burrié Características: concha cônica achatada de cor verde ou acinzentada com riscas transversais púrpura; com umbílico grande e profundo Distribuição vertical: mediolitoral
	Phorcus spp. Nome Comum Caramujo Características: concha cônica de cor acinzentada com zigzagues púrpura; com umbílico ausente ou muito pequeno Distribuição vertical: mediolitoral
	Melaraphe neritoides Nome Comum Burrié Características: concha cônica e pontiaguda, com superfície lisa e com cor castanho escuro ou negra Distribuição vertical: supralitoral Outras características: normalmente em fendas das rochas na zona de Verrucaria maura
	Littorina saxatilis Nome Comum Burrié Características: concha cônica com estrias e sulcos e com cerca de 0,8 cm de altura, com cor variável Distribuição vertical: supralitoral Outras características: normalmente em fendas das rochas
	Verrucaria maura Nome Comum Liquen negro Características: líquen preto com talo fino e incrustante, com cerca de 1 mm de espessura Distribuição vertical: supralitoral Outras características: assemelha-se a manchas de alcatrão derramado nas rochas
	Corallina spp. Nome Comum Alga coralina Características: alga vermelha calcária com fronde ramificada; em Portugal existem 2 espécies: Corallina elongata e Corallina caespitosa, que são difíceis de distinguir Distribuição vertical: infralitoral
	Ulva rigida Nome Comum Alface-do-mar Características: alga verde de forma variável, normalmente mais larga no topo do que na base Distribuição vertical: infralitoral Outras características: assemelha-se a uma alface
	Fucus spp. Nome Comum Bodelha Características: algas castanhas de estrutura flexível, mas robusta; têm uma lâmina com uma nervura central dividindo-se em dois segmentos idênticos; em Portugal existem 3 espécies deste género difíceis de distinguir entre si Distribuição vertical: mediolitoral
	Saccorhiza polyschides Nome Comum Laminária Características: alga castanha comprida achatada, lâmina divide-se em forma de fita; órgão de fixação bolboso com protuberâncias Distribuição vertical: infralitoral

Apêndice 4. Teste cognitivo



Agrupamento de Escolas
FONTES PEREIRA DE MELO

U. PORTO

FC FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Teste de avaliação cognitivo I Ciências Naturais 8ºC		Ano letivo 2019/2020
Nome:	Nº:	Classificação:
Professor:	Data:	

Grupo I - Ecossistema Intertidal

1. Seleciona apenas uma opção que permite obter uma afirmação correta.

Os seres vivos da zona intertidal...

- ☒ Distribuem-se por diferentes andares da zona intertidal, condicionados por fatores físico-químicos e biológicos;
- ☐ Distribuem-se por diferentes andares da zona intertidal, condicionados por fatores unicamente biológicos;
- ☐ Distribuem-se aleatoriamente por diferentes andares da zona intertidal, sem estarem condicionados por nenhum fator externo ou interno;
- ☐ Distribuem-se por diferentes andares da zona intertidal, condicionados por fatores unicamente físico-químicos.

2. Classifica as seguintes afirmações em verdadeiras (V) ou falsas (F).

__V__ a) A zona intertidal encontra-se entre o nível mais baixo da baixa-mar e o nível mais alto da preia-mar.

__F__ b) O ciclo das marés proporciona condições ambientais estáveis na zona intertidal.

__V__ c) Os organismos que habitam a zona intertidal estão sujeitos a uma variação de fatores abióticos.

__F__ d) A distribuição dos seres vivos no substrato rochoso da zona intertidal não varia ao longo do perfil vertical de uma praia.

__F__ e) A zona intertidal é um ecossistema terrestre.

3. A figura 1 ilustra o perfil de uma praia rochosa, como a praia do Castelo do Queijo, evidenciando a divisão do ambiente intertidal (zonação da região intertidal).



Figura 1 - Zona intertidal (Adaptado de Delgado, Z., Canha, P., & Trinca, B. C. (2014, p.72)).

3.1. Indica, justificando, em qual das três zonas representadas na figura 1:

a) existe maior biodiversidade?

2 Tópicos:

T1 - Referir que é a zona infralitoral que apresenta maior biodiversidade

T2 - Explicar que os organismos presentes na zona infralitoral estão sujeitos a uma menor variação dos fatores abióticos e, consequentemente, das condições ambientais, logo nesta zona há uma maior biodiversidade.

b) existe menor biodiversidade?

2 Tópicos:

T1 - Referir que é a zona supralitoral que apresenta menor biodiversidade

T2 - Explicar que a zona supralitoral está a maior parte do tempo exposta ao ar, entre outros fatores abióticos, como a temperatura e a variação da salinidade e, assim, neste local apenas se encontram organismos bem-adaptados a sobreviver fora de água por longos períodos.

Nestas duas questões, pretende-se que os alunos recordem a saída de campo e refiram a existência de uma diminuição da biodiversidade desde a zona infralitoral até à zona supralitoral, uma vez que há um aumento do tempo de exposição ao ar, da exposição a temperaturas elevadas e da variação de salinidade, resultando num maior stress hídrico.

3.2. Na visita de estudo à praia do Castelo do Queijo encontre animais sésseis, que vivem fixos ao substrato, e animais de vida livre.

a) Indica, justificando, dois fatores abióticos, a que os seres vivos da zona intertidal se têm de adaptar.

Hidrodinamismo; temperatura; salinidade; tipo de substrato ...

b) Refere dois exemplos de organismos sésseis e de organismos de vida livre (móveis), respetivamente.

2 Tópicos:

T1 - Referir dois exemplos de organismos sésseis: cracas; algas; mexilhão; algumas anémonas ...

T2 - Referir dois exemplos de organismos móveis: burriés; caramujos ouriço-do-mar; estrela-do-mar; lapas; ...

c) Refere uma adaptação morfológica e uma adaptação comportamental que os seres vivos da zona intertidal possuem para sobreviver à exposição ao ar (dessecação) e à temperatura elevada.

2 Tópicos:

T1 - Referir um exemplo de uma adaptação morfológica: as algas possuem tecidos com capacidade de suportar grandes perdas de água; os caramujos apresentam conchas de maiores dimensões para permitir armazenar maiores quantidades de água no seu interior, para além de permitir que o animal demore mais tempo a aquecer; também o facto de apresentarem conchas de cor mais clara possibilita um menor aquecimento do que conchas de cor mais escura, etc ...

T2 - Referir um exemplo de uma adaptação comportamental: os mexilhões selam as suas conchas e as cracas fecham as suas placas durante a maré-baixa, para evitar as perdas de água; os burriés e os caramujos fecham o opérculo das suas conchas, evitando perdas de água; algumas anémonas retraem os tentáculos de forma a manter os níveis de humidade no corpo e segregam um muco que também impede a perda de água por evaporação; etc ...

d) Refere uma adaptação morfológica e uma adaptação comportamental que os seres vivos da zona intertidal possuem para sobreviver ao hidrodinamismo.

2 Tópicos:

T1 - Referir um exemplo de uma adaptação morfológica: os mexilhões possuem biscoitos para se fixarem fortemente às rochas; as lapas possuem um pé musculado que os fixa ao substrato rochoso e uma concha achatada que lhes confere menos resistência à ação das ondas; as algas possuem estruturas de fixação (pedúnculo) para se fixarem fortemente ao substrato; algumas algas possuem paredes calcificadas que lhes confere maior resistência; os ouriços-do-mar e as estrelas-do-mar utilizam os seus pés ambulacrários para se fixarem ao substrato; etc ...

T2 - Referir um exemplo de uma adaptação comportamental: os organismos de vida livre, como os caranguejos, burriés e caramujos, uma vez que não possuem formas de fixação, abrigam-se em fendas e cavidades das rochas; etc...

4. O ouriço-do-mar foi um dos seres vivos que encontraste quer na zona infralitoral quer nas poças de maré, que se localizam na zona mediolitoral.
Por que razão este ser vivo, que tem pouca capacidade de resistir à dissecação, consegue habitar na zona mediolitoral?

2 Tópicos:

T1 – Explicar que as poças de maré correspondem a espaços entre as rochas que permanecem com água quando a maré baixa, sendo assim um local com condições ambientais próximas das da zona infralitoral.
T2 – Referir que o ouriço-do-mar, consegue resistir ao maior tempo de exposição ao ar que se faz sentir na zona mediolitoral, uma vez que se encontra imerso nas poças de maré.

Grupo II - Subsistemas terrestres

A Terra é um sistema constituído por um conjunto de quatro subsistemas principais abertos, que se inter-relacionam, efetuando trocas de matéria e energia entre si (figura 2). Deste modo, as mudanças num subsistema não influenciam apenas esse subsistema, mas a Terra como um todo.

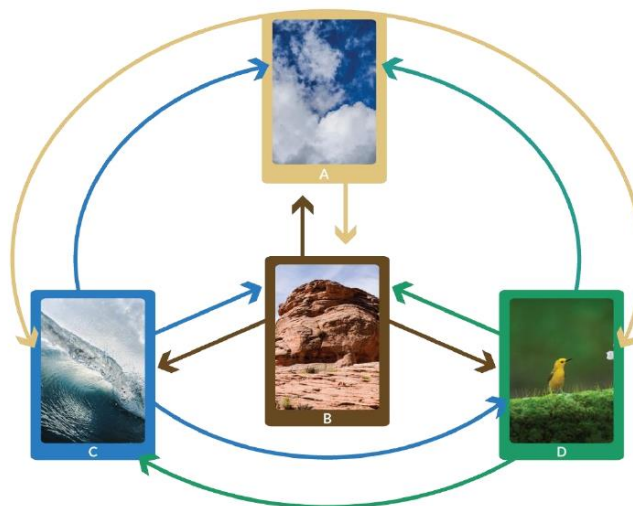


Figura 2 - Interação entre os subsistemas terrestres.

1. Indica os subsistemas terrestres a que correspondem as letras A, B, C e D.

A - Atmosfera
B - Geosfera
C - Hidrosfera
D - Biosfera

2. Atribui a cada uma das seguintes definições a letra do respetivo subsistema terrestre.

D Conjunto de todos os seres vivos que habitam a Terra.

B Corresponde ao material rochoso que se encontra à superfície e no interior da Terra.

A Constituída pelos gases que envolvem o nosso planeta.

C Corresponde a toda a água da Terra. Inclui os oceanos, mares, rios, lagos, águas subterrâneas e gelo das calotes polares e glaciares.

3. As setas presentes no esquema representam possíveis interações que ocorrem entre os subsistemas terrestres.

Indica possíveis situações que ilustrem interações entre os seguintes subsistemas, com base nas observações que efetuaste na saída de campo à praia do Castelo do Queijo.

3.1. A e B

Vento é um agente de transporte de sedimentos, como a areia.

3.2. C e D

Os seres vivos filtradores alimentam-se das partículas suspensas na água.

3.3. A e C

Vento provoca ondas no mar.

3.4. D e B

Organismos, como as lapas e as algas, vivem fixos às rochas.

4. Selecciona apenas uma opção que permite obter uma afirmação correta.

4.1. Os subsistemas terrestres...

☐ são sistemas fechados, tal como o sistema Terra.

☐ estão em interação de forma independente uns dos outros.

☒ são sistemas abertos e trocam energia e matéria entre si.

☐ estão em equilíbrio, não sendo influenciados uns pelos outros.

Apêndice 5. Planificação de Aulas



Planificação das Aulas do Programa de Intervenção | Ciências Naturais - 8º C | Ano letivo 2019/2020

Planificação - Aula Pré-Saída de Campo

Domínios	
Terra: Um planeta com vida	Sustentabilidade na Terra
Subdomínio	
Sistema Terra: da célula à biodiversidade	Ecosistemas
1 aula (50 min.)	Sumário: Preparação da saída de campo à Praia do Castelo do Queijo. Características da zona intertidal de substrato rochoso. As adaptações dos seres vivos da zona intertidal à variação dos fatores abióticos. A interação dos subsistemas terrestres no ambiente litoral. Campo concetual: Fator abiótico; temperatura; hidrodinamismo; água; natureza do substrato; salinidade; adaptações morfológicas e comportamentais; zona intertidal; zona entre-marés; zanação; subsistemas terrestres; biosfera; geosfera; hidrosfera; atmosfera.
Objetivos específicos	Aprendizagens essenciais
- Analisar as dinâmicas de interação existentes entre os seres vivos e o ambiente; - Concluir acerca do modo como as diferentes variáveis do meio influenciam os ecossistemas; - Explorar a influência dos fatores abióticos nas adaptações morfológicas e comportamentais dos seres vivos presentes na zona intertidal;	- Relacionar o fator abiótico temperatura com a sua influência nos ecossistemas, apresentando exemplos de adaptações dos seres vivos a esse fator e articulando com saberes de outras disciplinas. - Caracterizar um ecossistema na zona envolvente da escola (níveis de organização biológica, biodiversidade) a partir de dados recolhidos no campo.

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Compreender a relação e interdependência dos subsistemas terrestres num ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra; Reduzir o espaço novidade (<i>novelty space</i>), relativo à saída de campo à praia do Castelo do Queijo. | <ul style="list-style-type: none"> Interpretar a influência de alguns fatores abióticos nos ecossistemas, em geral, e aplicá-la em exemplos da região envolvente da escola. Distinguir o sistema Terra dos seus subsistemas, identificando as potencialidades dos mesmos na geração da vida na Terra. Analisar criticamente o papel das rochas e do solo na existência de vida no meio terrestre e dos subsistemas na manutenção da vida. |
|---|--|

Tarefas e Atividades dos Alunos	Recursos e Materiais	Mediação do Professor
- Visualização e discussão da apresentação PowerPoint "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo - Pré viagem"; - Transcrição para o caderno diário dos registos do PowerPoint relevantes; - Preenchimento da "Parte I – Atividade Pré-Saída de campo" do guia de campo do aluno.	- Apresentação PowerPoint "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo – Pré viagem"; - Guia do aluno - "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo"; - Quadro branco e caneta; - Manual escolar adotado; - Computador e vídeo projetor.	- Exploração da apresentação PowerPoint "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo - Pré viagem", articulando com aprendizagens anteriores; - Incentivo à participação dos alunos e ao registo das informações do PowerPoint, no caderno diário; - Solicitação aos alunos para o preenchimento da "Parte I – Atividade Pré-Saída de campo" do guia de campo do aluno.

Indicadores de Aprendizagens		
Conhecimentos	Capacidades	Atitudes
• Conhecer as características da zona intertidal; • Compreender o fenómeno das marés; • Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal; • Compreender as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos; • Reconhecer a Terra como um sistema composto por subsistemas; • Identificar os subsistemas terrestres; • Identificar interações entre os subsistemas terrestres.	• Compreender a existência de diferentes interações entre o ambiente/seres vivos e entre seres vivos; • Argumentar de forma clara e fundamentada; • Evidenciar espírito crítico.	• Demonstrar interesse na aprendizagem dos conteúdos programáticos; • Participar com empenho nas tarefas propostas; • Respeitar os colegas; • Cumprir com as regras estabelecidas para um bom funcionamento da aula.
Avaliação		
• Grelha de observação de aula para registo sistemático do professor; • Guia do aluno - "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo".		

Planificação - Aula Saída de Campo

Domínios	
Terra: Um planeta com vida	Sustentabilidade na Terra
Subdomínios	
Sistema Terra: da célula à biodiversidade	Ecosistemas
Sumário: Realização da saída de campo à praia do Castelo do Queijo para o estudo da interação dos subsistemas terrestres e da influência dos fatores abióticos no ecossistema intertidal rochoso. Campo concetual: Fator abiótico; temperatura; hidrodinamismo; água; natureza do substrato; salinidade; adaptações morfológicas e comportamentais; zona intertidal; zona entre-marés; zonação; subsistemas terrestres; biosfera; geosfera; hidrosfera; atmosfera.	
Objetivos específicos	Aprendizagens essenciais
• Analisar as dinâmicas de interação existentes entre os seres vivos e o ambiente; • Concluir acerca do modo como as diferentes variáveis do meio influenciam os ecossistemas; • Explorar a influência dos fatores abióticos nas adaptações morfológicas e comportamentais dos seres vivos presentes na zona intertidal; • Compreender a relação e interdependência dos subsistemas terrestres num ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra;	• Relacionar o fator abiótico temperatura com a sua influência nos ecossistemas, apresentando exemplos de adaptações dos seres vivos a esse fator e articulando com saberes de outras disciplinas; • Caracterizar um ecossistema na zona envolvente da escola (níveis de organização biológica, biodiversidade) a partir de dados recolhidos no campo; • Interpretar a influência de alguns fatores abióticos nos ecossistemas, em geral, e aplicá-la em exemplos da região envolvente da escola; • Distinguir o sistema Terra dos seus subsistemas, identificando as potencialidades dos mesmos na geração da vida na Terra;

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Desenvolver trabalho colaborativo; Desenvolvimento de atitudes e valores de entre ajuda. | <ul style="list-style-type: none"> Analisar criticamente o papel das rochas e do solo na existência de vida no meio terrestre e dos subsistemas na manutenção da vida. |
|---|---|

Tarefas e Atividades dos Alunos	Recursos e Materiais	Mediação do Professor
- Formação dos grupos de trabalho definidos na aula anterior; - Exploração do ambiente intertidal rochoso da praia do Castelo do Queijo; - Preenchimento da Parte II – Saída de campo, do guia de campo do aluno; - Consulta do mini poster para identificação das espécies observadas; - Solicitação de ajuda do professor, quando necessário.	- Guia do aluno - “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo”; - Mini poster – Guia de identificação de espécies; - Lápis e borracha; - Lupa de mão; - Telemóvel ou máquina fotográfica.	- Acompanhamento dos alunos na saída da escola até à praia do Castelo do Queijo; - Apresentação da praia do Castelo do Queijo e dos objetivos da saída de campo; - Orientação dos alunos para os avisos e regras de segurança da saída de campo; - Guiar os alunos durante o percurso da saída; - Auxílio aos alunos no preenchimento da Parte II - Saída de campo, do guia de campo e na interpretação das observações efetuadas; - Solicitação aos alunos para o registo fotográfico dos organismos observados; - Acompanhamento dos alunos da praia do Castelo do Queijo até à escola.

Indicadores de Aprendizagens		
Conhecimentos	Capacidades	Atitudes
- Conhecer as características da zona intertidal; - Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal; - Perceber as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos; - Reconhecer a Terra como um sistema composto por subsistemas; - Identificar elementos dos diferentes subsistemas terrestres num ambiente litoral; - Identificar interações entre os subsistemas terrestres num ambiente litoral.	- Relacionar os conhecimentos adquiridos com as observações efetuadas; - Argumentar de forma clara e fundamentada; - Evidenciar espírito crítico; - Compreender a existência de diferentes interações entre o ambiente/seres vivos e entre os seres vivos. - Desenvolver trabalho de campo; - Desenvolver trabalho colaborativo.	- Demonstrar interesse na aprendizagem dos conteúdos programáticos; - Revelar responsabilidade na realização da saída de campo; - Cumprir com as regras estabelecidas para o bom funcionamento da aula de campo; - Cooperar e colaborar no trabalho de grupo; - Valorizar perspetivas/ideias diferentes de forma a construir consensos.
Avaliação		
- Grelha de registo sistemático do professor; - Guia do aluno - “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo”.		

Planificação - Aula Pós-Saída de Campo

Domínios	
Terra: Um planeta com vida	Sustentabilidade na Terra
Subdomínios	
Sistema Terra: da célula à biodiversidade	Ecosistemas
1 aula (50 min.)	Sumário: Consolidação das aprendizagens efetuadas durante a saída de campo à praia do Castelo do Queijo. Esclarecimento de dúvidas e discussão das observações realizadas. Realização de um teste de avaliação cognitivo. Campo concetual: Fator abiótico; temperatura; hidrodinamismo; água; natureza do substrato; salinidade; adaptações morfológicas e comportamentais; zona intertidal; zona entre-marés; zanação; subsistemas terrestres; biosfera; geosfera; hidrosfera; atmosfera.
Objetivos específicos	Aprendizagens essenciais
• Analisar as dinâmicas de interação existentes entre os seres vivos e o ambiente; • Concluir acerca do modo como as diferentes variáveis do meio influenciam os ecossistemas; • Explorar a influência dos fatores abióticos nas adaptações morfológicas e comportamentais dos seres vivos presentes na zona intertidal;	• Relacionar o fator abiótico temperatura com a sua influência nos ecossistemas, apresentando exemplos de adaptações dos seres vivos a esse fator e articulando com saberes de outras disciplinas; • Caracterizar um ecossistema na zona envolvente da escola (níveis de organização biológica, biodiversidade) a partir de dados recolhidos no campo; • Interpretar a influência de alguns fatores abióticos nos ecossistemas, em geral, e aplicá-la em exemplos da região envolvente da escola;

• Compreender a relação e interdependência dos subsistemas terrestres num ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra;	• Distinguir o sistema Terra dos seus subsistemas, identificando as potencialidades dos mesmos na geração da vida na Terra; • Analisar criticamente o papel das rochas e do solo na existência de vida no meio terrestre e dos subsistemas na manutenção da vida.	
Tarefas e Atividades dos Alunos • Visualização e discussão da apresentação PowerPoint: “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo – Pós-Saída”; • Debate, em grupo alargado, as observações e aprendizagens realizadas; • Correção do guia de campo • Realização de um teste de avaliação cognitivo.	Recursos e Materiais • Apresentação PowerPoint “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo – Pós-Saída”; • Guia do aluno - “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo”; • Quadro branco e caneta; • Computador e vídeo projetor; • Teste de avaliação cognitivo.	Mediação do Professor • Exploração da apresentação PowerPoint: “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo – Pós-Saída” articulando com observações realizadas na saída de campo; • Incentivo à participação dos alunos para discussão, em grupo turma, sobre as observações e aprendizagens realizadas; • Correção do guia do aluno - “Saída de campo à praia do Castelo do Queijo”; • Solicitação dos alunos para a realização do teste de avaliação cognitivo.

Indicadores de Aprendizagens		
Conhecimentos	Capacidades	Atitudes
• Conhecer as características da zona intertidal; • Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal; • Perceber as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos; • Reconhecer a Terra como um sistema composto por subsistemas; • Identificar os subsistemas terrestres; • Identificar interações entre os subsistemas terrestres num ambiente litoral.	• Compreender a existência de diferentes interações entre o ambiente/seres vivos e entre os seres vivos; • Argumentar de forma clara e fundamentada; • Evidenciar espírito crítico.	• Demonstrar interesse na aprendizagem dos conteúdos programáticos; • Participar com empenho nas tarefas propostas; • Cumprir com as regras estabelecidas para um bom funcionamento da aula.
Avaliação		
• Grelha de registo sistemático do professor; • Guia do aluno - "Saída de campo à praia do Castelo do Queijo"; • Teste de avaliação cognitivo		

Apêndice 6. Apresentação multimédia



Objetivos



Identificar os padrões de distribuição dos organismos presentes na zona intertidal de substrato rochoso;



Observar a diversidade biológica existente e as adaptações morfológicas e comportamentais das diferentes espécies à variação dos fatores abióticos;



Identificar os principais fatores abióticos que influenciam a distribuição dos organismos na zona intertidal;



Observar a interação entre os subsistemas terrestres no ambiente litoral, promovendo uma visão holística do Sistema Terra.

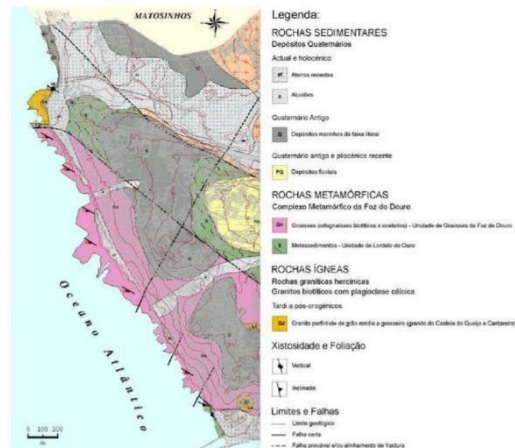
Localização geográfica

- Freguesia - Nevogilde
- Concelho - Porto
- Distrito - Porto
- Região - Douro Litoral



Enquadramento geológico

Na zona costeira a ocidente da cidade do Porto, é possível observar a relação entre um granito, o Granito do Castelo do Queijo (sobre o qual assenta o Forte de S. Francisco Xavier), e as rochas por ele intruídas, que constituem os terrenos da Faixa Metamórfica da Foz do Douro, representados, essencialmente, por gnaisses e metassedimentos.

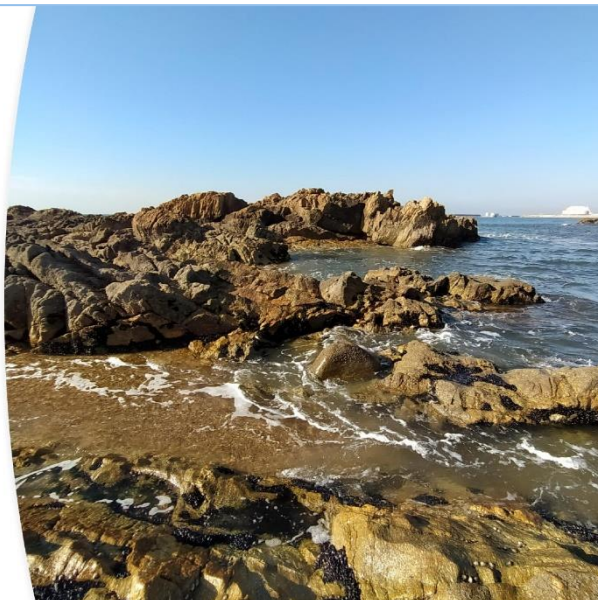


Mapa geológico do "Complexo Metamórfico da Foz do Douro" (extrato da Carta Geológica - Carta Geotécnica do Porto 1:10 000; adaptado de Noronha et al., 2000).

O que vamos visitar?

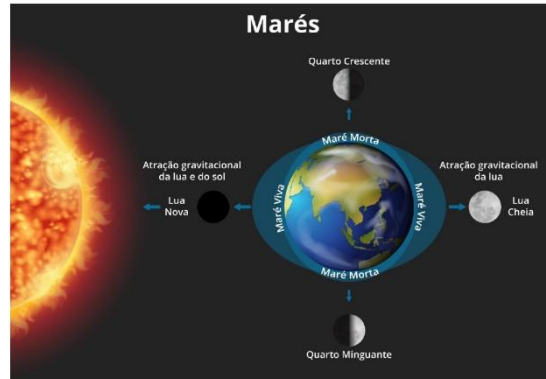
A zona intertidal, também conhecida com zona entre-marés, estabelece a fronteira entre o domínio terrestre e marinho.

Esta zona está sujeita à subida e descida da maré, isto é, fica a descoberto quando a maré baixa (baixa-mar) e submersa quando a maré sobe (preia-mar).



Marés

- As marés podem ser definidas como movimentos periódicos e previsíveis de subida e descida do nível das águas, sendo o resultado da interação existente entre a força de atração do Sol e da Lua sobre a Terra, e a força centrífuga gerada pela rotação do sistema Terra-Lua.
- As marés vivas ocorrem nos períodos de Lua Nova e Lua Cheia, quando o Sol e a Lua se encontram diretamente alinhados
- As marés mortas ocorrem nos períodos de quarto crescente e minguante, uma vez que nestas fases o Sol e a Lua se encontram em quadratura.
- O regime de marés imposto na costa portuguesa é semidiurno, isto é, o ciclo de preia-mar (nível máximo) e baixa-mar (nível mínimo) é repetido duas vezes por dia.



Influência dos fatores abióticos

Os seres vivos que habitam a zona intertidal encontram-se, assim, sujeitos a uma alternância entre imersão e emersão e, consequentemente, a uma grande variação de fatores abióticos:



Humidade



Temperatura



Hidrodinamismo

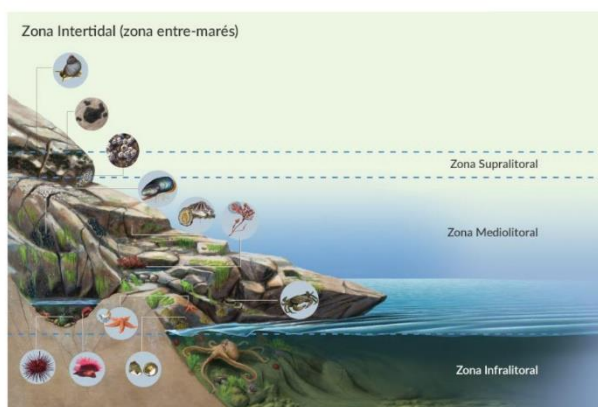


Salinidade



Natureza do substrato
(rochoso, arenoso...)

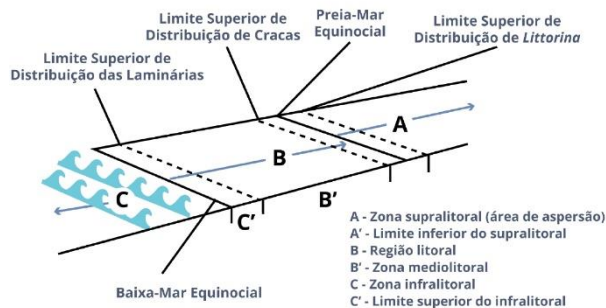
Zonação da região intertidal



A distribuição dos organismos na zona intertidal resulta da influência tanto de fatores físico-químicos, como fatores biológicos.

Cada ponto da zona intertidal tem um conjunto de condições específicas a que correspondem certas populações de seres vivos.

Zonação da região intertidal



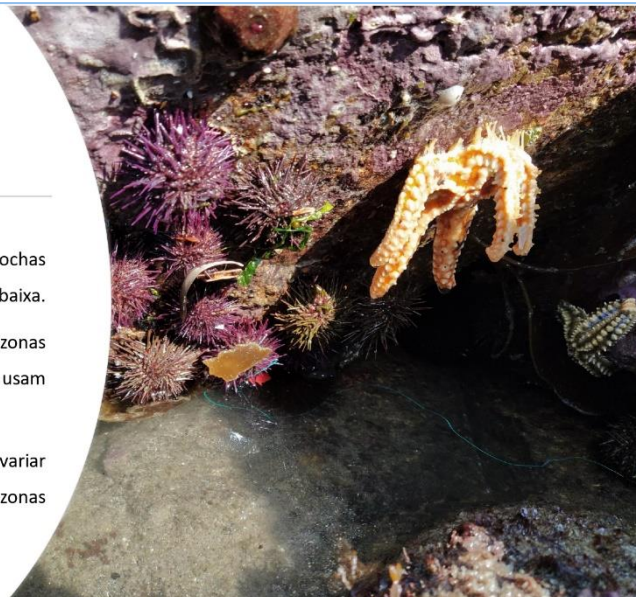
A distribuição dos seres vivos na zona intertidal pode por vezes traduzir-se numa distribuição em faixas (ou bandas).

Trata-se de uma disposição dos organismos em zonas sensivelmente paralelas ao nível do mar e com alturas determinadas.

A classificação proposta por Stephenson & Stephenson (1949) subdivide esta região em 3 zonas: **zona supralitoral**, **zona mediolitoral** e **zona infralitoral**.

Poças de maré

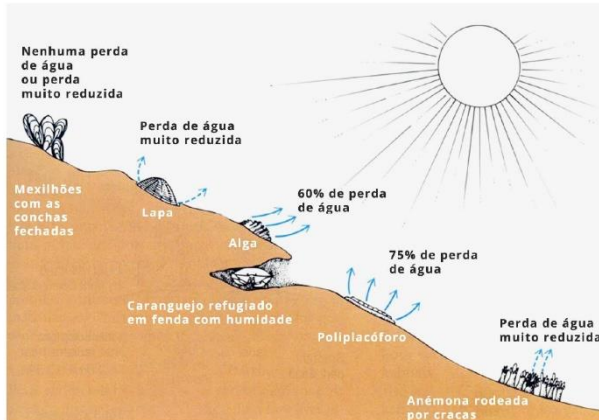
- As poças de maré são espaços entre as rochas que permanecem com água quando a maré baixa.
- Apresentam-se como micro-habitats, isto é, zonas de refúgio que os organismos marinhos usam para se abrigarem até que a maré suba.
- As características físicas e químicas podem variar bastante, sobretudo nas que se formam nas zonas superiores do intertidal.



Poças de maré

- As poças mais próximas do mar ficam isoladas menos tempo e, por isso, costumam ter maior biodiversidade. Para além disso, apresentam uma menor variação de fatores abióticos como a temperatura, salinidade e oxigénio.
- Já as poças mais afastadas do mar, que ficam isoladas por mais tempo, apresentam uma menor biodiversidade e uma maior das flutuação das condições físicas e químicas.

Adaptações dos seres vivos da zona intertidal



As condições ambientais variáveis obrigam os seres vivos que habitam esta zona a ter adaptações morfológicas e comportamentais especiais para sobreviverem.

Estas adaptações permitem-lhes fazer face a situações extremas, evitando a dessecação, resistindo à ação mecânica das ondas e mantendo o balanço térmico e respiratório.

Burriés (*Littorina saxatilis*)

Supralitoral

- Gastrópode que se costuma encontrar nas fissuras das rochas;
- Concha - univalve em espiral, com coloração mais clara e/ou arestas proeminentes conseguem evitar uma maior absorção de calor do que aqueles com conchas escuras e/ou lisas;
- Apresentam um opérculo que fecha a sua concha, evitando perdas de água.



Cracas (*Chthamalus spp.*)

Mediolitoral

- Crustáceos marinhos sésseis, fixos ao substrato rochoso;
- Concha - calcária composta por várias placas, com abertura no topo (opérculo);
- Adaptada à exposição ao ar e a temperaturas elevadas em situação de maré baixa, fechando o opérculo - podem sobreviver 28 dias fora de água;
- Vivem em densos grupos para ajudar a dissipar a força das marés.



Lapas (*Patella spp.*)

Mediolitoral

- Gastrópodes que vivem fixos ao substrato rochoso embora se consigam movimentar;
- Concha – univalve calcária, com forma cônica achatada e de cor clara;
- A forma achatada da sua concha confere menos resistência quando expostas à ação das ondas e a cor clara que apresentam reflete a luz, fazendo com que não aqueçam tanto quando expostas ao sol.
- Possuem pé musculoso, em forma de ventosa;
- Acumulam água em cavidades do corpo;



Mexilhão (*Mytilus galloprovincialis*)

Mediolitoral e infralitoral

- Moluscos sésseis;
- Conchas - bivalves (2 valvas) calcária de cor escura (negra azulada) que selam para evitar perdas de água;
- Apresentam estruturas de fixação ao substrato (bisso), de forma a enfrentar a força das ondas;
- Vivem em densos grupos para ajuda a dissipar a força das marés;
- Suportam a dessecação, mantendo alguma água no seu interior.



Caramujo (*Phorcus spp.*; *Steromphala umbilicalis*)

Mediolitoral

- Gastrópode que se costuma encontrar nas fendas das rochas.
- Concha - univalve em espiral, com bandas de cor;
- Apresentam um opérculo que fecha a sua concha, evitando perdas de água.



Phorcus sp.



Steromphala umbilicalis

Anémonas (*Actinia equina*; *Actinia fragacea*)

Mediolitoral (Poças de maré) e Infralitoral

- Cnidário com tentáculos curtos e com base adesiva;
- Minimizam as perdas de água ao recolherem os seus tentáculos para dentro da cavidade central - aspeto de bola gelatinosa;
- Segregam um muco que recobre a sua superfície corporal, e conservam água no seu interior mantendo a humidade durante os períodos de emersão.



Anémoma-comum (*Anemonia viridis*)

Mediolitoral (Poças de maré) e Infralitoral

- Cnidário com tentáculos longos e não retráteis e com base adesiva;
- Encontram refúgio em poças de maré ao estarem cobertas com uma fina película de água, no meio de crustáceos e/ou gastrópodes ou em poças de maré;
- Segregam um muco que recobre a sua superfície corporal.



Ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*)

Infralitoral e Poças de maré

- Equinoderme com corpo globoso e reprimido, recoberto por espinhos grandes e fortes;
- Não são fixos, procuram refúgio em poças de maré e microhabitats, tais como entre algas ou em fendas e cavidades das rochas;
- Para evitarem ser desalojados fixam-se ao substrato através dos seus pés ambulacrários, que terminam em ventosas e que assumem funções locomotoras.



Algas (*Fucus spp.*, *Ulva rigida*)

Mediolitoral e Infralitoral

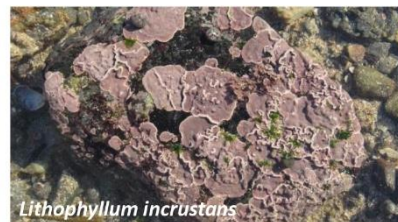
- *Fucus* (Bodelha) e *Ulva* (Alface-do-mar) podem perder 75-90% do conteúdo em água (ficam secas e quebradiças), após a sua reimersão recuperam rapidamente os teores em água, reassumindo as suas funções vitais;
- Formas flexíveis, com estruturas de fixação resistentes; não oferecem demasiada resistência à força das ondas, evitando ficar partidas ou danificadas.



Algas calcárias (*Corallina spp.*; *Lithophyllum incrustans*)

Infralitoral e Poças de maré

- Alga vermelha calcária (*Corallina sp.*) e alga vermelha incrustante (*Lithophyllum incrustans*);
- Possuem paredes calcificadas, conferindo dureza e resistência ao embate das ondas e da areia e seixos que as ondas arrastam consigo.

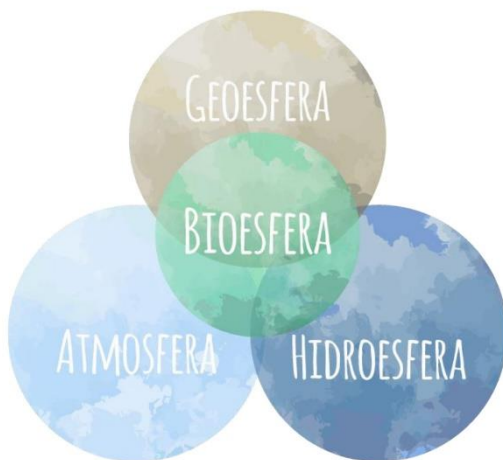


Laminária (*Saccorhiza polyschides*)

Infralitoral

- Algas castanhas;
- Têm formas flexíveis para resistirem ao forte hidrodinamismo;
- Possuem um fortes estruturas de fixação ao substrato rochoso.

Interação entre os subsistemas terrestres



Biosfera – Conjunto de seres vivos que habitam a Terra.

Atmosfera – Constituída pelos gases que envolvem o nosso planeta.

Hidrosfera – Corresponde a toda a água da Terra. Inclui os oceanos, mares, rios, lagos, águas subterrâneas e gelo das calotes polares e glaciares.

Geosfera – Corresponde ao solo e às rochas, incluindo as que se encontram nas zonas mais profundas do planeta.



Previsão do tempo

Temperatura máxima:

Temperatura mínima:

Material:



Roupa e calçado apropriados



Guia de identificação de espécies



Máquina fotográfica ou telemóvel



Lápis e borracha



Guia de campo



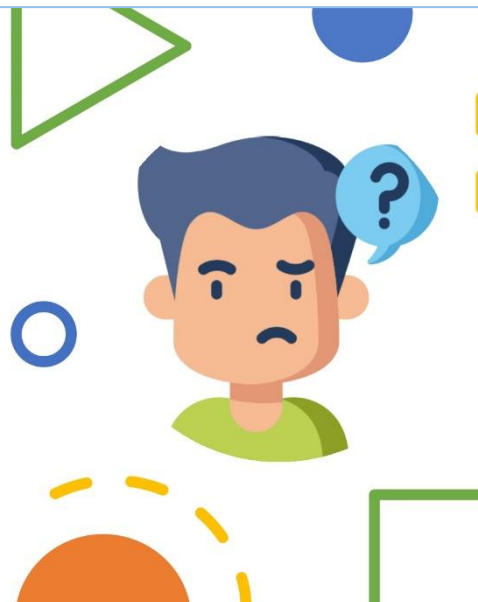
Lupa de mão

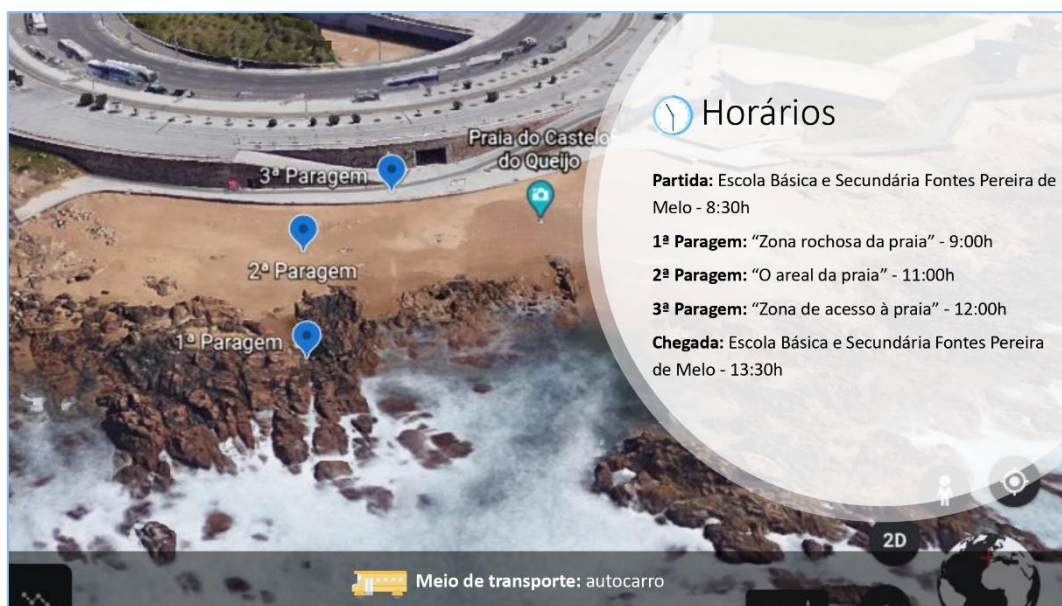


Água e lanche

O que temos de fazer?

- ✓ Formar grupos de 3 elementos;
- ✓ Preencher o guia de campo;
- ✓ Consultar o guia de identificação de espécies;
- ✓ Tirar fotografias;
- ✓ ...





⚠ Avisos/Recomendações



Os horários estipulados têm de ser cumpridos;



Um saída de campo é uma aula e não um passeio. Apesar do ambiente mais descontraído, colabora para que a ordem se mantenha;



Leva numa mochila: água e lanche, caderno de apontamentos, lápis e máquina fotográfica/telemóvel;



Leva roupa confortável e sapatos adequados ao trabalho de campo;



Avisos/Recomendações



Deves manter-te sempre junto do respetivo grupo de trabalho e seguir as indicações do professor;



Nunca vires costas para o mar, nem vás para locais onde não consigas sair quando a maré sobe;



Utiliza o material fornecido adequadamente, e faz te acompanhar sempre pelo guia de campo, preenchendo-o durante a saída;



Se produzires lixo, guarda-o na mochila até chegares a um contentor de lixo.