



Era uma vez... o mar
O mar como recurso
educativo no 1º ciclo:
O contributo do projeto iLit

Cláudia Faria
Diana Boaventura
Raquel Gaspar
Elsa Guilherme
Sofia Freire
Isabel Chagas
Cecília Galvão



Ficha Técnica

Título:

Era Uma Vez... O Mar.

O Mar como Recurso Educativo No 1.º Ciclo: O Contributo do Projeto Ilit]

Autoria / Coordenação Cláudia Faria, Diana Boaventura, Raquel Gaspar,
Elsa Guilherme, Sofia Freire, Isabel Chagas,
Cecília Galvão

Edição Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

1.ª edição Maio de 2015

Coleção Estudos e Ensaios

Composição e arranjo gráfico Fragoso Pires

Disponível em www.ie.ulisboa.pt

Copyright Instituto de Educação
da Universidade de Lisboa

ISBN 978-989-8753-15-1

FCT
Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

U
LISBOA
UNIVERSIDADE
DE LISBOA

ie
Instituto de
Educação



Era uma vez... o mar

O mar como recurso educativo no 1º ciclo:

O contributo do projeto iLit

| | | | |
|-----------|---|-----------|---|
| 5 | Agradecimentos | 44 | 5. Impacto nas aprendizagens dos alunos |
| 7 | Prefácio | 44 | 5.1 Investigação 1: Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés |
| 9 | Introdução | 44 | 5.1.1 Perspetiva dos alunos |
| | PARTE I | 48 | 5.1.2 Perspetiva das professoras |
| 17 | 1. Aprender ciências hoje: Finalidades, dificuldades, caminhos emergentes | 50 | 5.2 Investigação 2: Aquecimento global e oceanos |
| 20 | 2. Contextos de aprendizagem fora da escola | 50 | 5.2.1 Perspetiva dos alunos |
| 22 | 2.1 Potencial educativo das visitas escolares | 55 | 5.2.2 Perspetiva dos professores |
| 25 | 2.2 Organização das visitas de estudo | 56 | 5.3 Investigação 3: O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade |
| 28 | 3. Contributo do projeto iLit: modelo estruturador das tarefas de investigação | 56 | 5.3.1 Perspetiva dos alunos |
| 34 | 4. Implementação das tarefas de investigação | 60 | 5.3.2 Perspetiva da professora |
| 34 | 4.1 Descrição das tarefas | 64 | 6. Considerações Finais |
| 37 | 4.2 Instituições/Recursos envolvidos | 68 | 7. Referências |
| 40 | 4.3 Participantes | | PARTE II |
| 40 | 4.4 Métodos de recolha de dados | 81 | I. Guião das tarefas implementadas |
| 41 | 4.4.1 Entrevistas | 140 | II. Exemplos de trabalhos realizados pelos alunos |
| 42 | 4.4.2 Questionários aos alunos | 154 | Notas Biográficas |
| 42 | 4.4.3 Documentos escritos | | |
| 43 | 4.4.4 Observação participante | | |

Agradecimentos

Colaboraram nas tarefas apresentadas neste livro, que foram desenvolvidas no âmbito do Projeto iLit:

As responsáveis do setor educativo das instituições envolvidas,

Paula Leandro, Aquário Vasco da Gama

Olímpia Gordon, Museu de Marinha

Luísa Dâmaso, Laboratório Marítimo da Guia/MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

Os seguintes professores,

André Carvalho

Joana Moreira

Isabel Salvado

Isabel Marques

Margarida Oliveira

Rita Augusto

Os alunos das seguintes escolas,

Escola Básica Nº 2 da Cova da Piedade, turmas do 3º ano (A) (2012/2013) e 4ºano (A) (2013/2014)

Escola Básica da Boa Água da Quinta do Conde, turma do 3º ano (L) (2012/2013)

Jardins Escola João de Deus da Estrela, turma do 4º ano (A e B) (2013/2014)

Jardins Escola João de Deus de Alvalade, turma do 4º ano (A e B) (2013/2014)

Expressamos o nosso mais sincero agradecimento à direção e às responsáveis educativas das instituições de ciência envolvidas, à direção da Associação de Jardins-Escolas João de Deus, à direção das escolas de Ensino Básico envolvidas, a estes professores e aos seus alunos, sem os quais o projeto não teria sido possível.

Prefácio

O Oceano cobre 71% da superfície do Planeta, contém 97% da água nele existente, e tem uma enorme influência na estrutura e dinâmica da generalidade dos ecossistemas. Propicia também uma série de bens e serviços, nomeadamente o fornecimento de alimento, regulação climática, energia, recursos genéticos, reciclagem de nutrientes e uma ampla diversidade de aspetos culturais.

Apesar da sua importância, a degradação dos ecossistemas marinhos tem sido intensificada nas últimas décadas, decorrente de várias ações humanas, a qual adquire hoje uma dimensão verdadeiramente global. Ainda que estes impactos e estado do ambiente marinho sejam frequentemente reconhecidos como críticos, a perspetiva da sua exploração predomina sobre a da sua conservação. A pesca, a exploração da energia do Oceano, o transporte marítimo, a extração de combustíveis fósseis e de minérios dos fundos oceânicos, bem como a ocupação das zonas costeiras para fins turísticos, são exemplos de atividades humanas desenvolvidas no Oceano com grande relevância económica, mas também, em muitos casos, acarretando impactos ambientais consideráveis.

Embora as sociedades atuais estejam mais despertas para os problemas ambientais decorrentes das atividades humanas, a generalidade da população não tem consciência da magnitude dos impactos destas atividades no Oceano, nem sobre quais as medidas prioritárias à sua conservação. Neste contexto, a educação é o instrumento fundamental para uma mudança de perceções e, mais importante, de atitudes. Nos últimos anos, têm-se avolumado ações de divulgação científica que em muito têm contribuído para o incremento da curiosidade e mesmo do conhecimento em muitas áreas do saber. Convém, no entanto, ter presente as limitações que estas ações têm do ponto de vista formativo e, principalmente, não confundir ações de divulgação com educação de carácter ambiental.

Este livro, importante produto do projeto iLit, preenche uma lacuna ao nível da literacia sobre as temáticas ambientais e, em particular, do Oceano. São extremamente escassos os contributos que se dedicam a conteúdos educativos, estruturados, para públicos escolares, os quais serão certamente dos mais relevantes numa perspetiva de futuro. Comprovadamente, as ações educativas ao nível das crianças e jovens

têm o potencial de serem multiplicadores dos seus efeitos, por terem a capacidade de alterar mentalidades e comportamentos de outras camadas da população com idade mais avançada.

O Oceano é um contexto educativo excecional para praticamente todos os assuntos que pretendam ser explorados, inclusive adotando perspetivas integradoras e interdisciplinares. Este livro é disso exemplo, sendo nele sugeridas atividades de natureza bem distinta, as quais poderão servir de base para o desenvolvimento de muitas outras. Portugal tem, e poderá ter ainda mais, uma relevância, e uma responsabilidade enormes no domínio do Oceano. Com o alargamento da jurisdição do território marítimo português, Portugal assumir-se-á como grande nação marítima, com cerca de 4 milhões de km² sob sua jurisdição. O desenvolvimento de uma Economia Azul sustentável e de uma Sociedade Azul participativa, termos comuns numa série de documentos estratégicos de políticas europeias e nacionais, terá incontornavelmente como alicerce fundamental a literacia sobre o Oceano, a qual só poderá ser efetiva através de programas educativos estruturados e implementados de forma continuada. A este importante contributo do projeto iLit devem, pois, seguir-se muitos outros, idealmente de forma articulada e no âmbito de uma estratégia que deverá ser estabelecida para o efeito. Toda a sociedade deverá ser envolvida na conservação do Oceano, mas o seu sucesso dependerá decisivamente da educação.

Henrique Cabral

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

Introdução

Comecemos pelo título deste livro. “Era uma vez” remete-nos para o imaginário das histórias infantis, para uma sequência narrativa em que o meio se desenvolve com recurso a protagonistas que interagem por vezes de forma dramática, mas que culmina num desfecho de felicidade perpétua. E é talvez assim que imaginamos também o desenrolar das atividades que darão corpo ao conhecimento científico que lhes está subjacente. Não se vive hoje sem ciência e num país como o nosso com uma costa que o desenha, é fácil colocar o mar no centro de um empreendimento que transporta a ciência à escola. Ou será a escola que traz a vontade de saber até ao mar? De um modo ou do outro, pouco interessa onde está o início ou se há inícios e fins nesta história. Tudo se desenha à volta da curiosidade que surge, por vezes, de algo bem simples, que se observou ou simplesmente se pensou. Coloquemos o mar no centro do interesse e saber. Serão os alunos que lhe darão sentido com o seu questionamento e vontade de procurar razões e contradições, situações estranhas ou observações óbvias. O mar das férias, das notícias, das catástrofes ou dos desempenhos desportivos também poderá ser o mar da descoberta, da investigação, das curiosidades de muitos. Era uma vez... o mar. Assim poderá começar a história da ciência e das muitas ciências que o explicam. Será um pretexto para a divulgação do conhecimento científico, mas, preferimos considerar que é um pretexto para colocar os alunos no centro da atividade científica à sua dimensão, a do estímulo à curiosidade, do incentivo ao pensamento crítico, da oportunidade da comunicação das ideias.

Vivemos numa sociedade complexa, na qual todos os cidadãos necessitam de competências chave para a sua realização pessoal e para o pleno exercício de uma cidadania ativa, tais como, competências de comunicação, competências digitais, competências básicas de matemática, ciência e tecnologia, competências sociais e cívicas, sentido de iniciativa e de empreendedorismo, de metacognição, consciência e expressão cultural (EP&C, 2006; NRC, 2010; Osborne & Dillon, 2008). E quem melhor do que os muito jovens para serem os protagonistas ativos deste processo de desenvolvimento das competências fundamentais para essa complexidade?

Diversos grupos de trabalho têm-se debruçado sobre as competências que qualquer cidadão deve atualmente desenvolver no sentido de poder participar ativamente na sociedade em que vive - competências para o século XXI (EP&C, 2006; Griffin, McGaw & Care, 2012; NRC, 2010), sendo relativamente consensual a identificação das seguintes competências chave:

Adaptabilidade: capacidade e vontade de lidar com a incerteza, a novidade e a mudança, incluindo a capacidade de responder a situações de crise e de aprender a lidar com novas tarefas, tecnologias e procedimentos; capacidade de se adaptar a diferentes contextos profissionais, diferentes personalidades, estilos de comunicação, e diferentes culturas.

Competências complexas de comunicação: capacidade de processar e interpretar informação verbal e não-verbal, de forma a responder adequadamente; um comunicador competente é aquele que é capaz de selecionar aspetos-chave de uma ideia complexa, de forma a construir uma compreensão partilhada.

Competências de resolução de problemas não-rotineiros: utilização do pensamento crítico e criativo para examinar um leque alargado de informação, reconhecer padrões, e selecionar a informação para chegar ao diagnóstico do problema; a resolução do problema envolve também competências de metacognição, isto é, a habilidade de refletir sobre se determinada estratégia de resolução do problema é viável ou não, e alterá-la de acordo com essa reflexão; inclui criatividade para criar soluções novas e inovadoras, integrar informação aparentemente relacionada e perceber novas possibilidades.

Competências de autodesenvolvimento e autogestão: a habilidade de trabalhar em equipas; de trabalhar autonomamente; de se auto-motivar e de auto-monitorizar o seu trabalho; capacidade e vontade de pesquisar novas informações e de desenvolver competências quando necessário.

Pensamento complexo: a capacidade de compreender como funciona um determinado sistema e de adotar uma visão do todo; capacidade de fazer julgamentos, analisar, avaliar e tomar decisões.

Sendo a dimensão científica e tecnológica a característica distintiva das modernas sociedades ocidentais, é necessário, para apreendermos a nossa cultura e enriquecer a nossa participação cívica, desenvolver uma compreensão acerca da ciência (Cossons, 1993; Duschl, 2000; Osborne, 2010). A compreensão do empreendimento científico e das suas interações com a tecnologia e a sociedade é essencial para

a cidadania e o exercício da democracia, permitindo a qualquer cidadão participar ativamente e de forma responsável sobre os problemas do mundo, acreditando que é possível mudar a sociedade em que vive (Acevedo-Díaz, 2004; Díaz, 2002; Millar & Osborne, 1998). Problemas ambientais fazem hoje parte do nosso modo de vida, por isso quem melhor do que os alunos, e cada vez mais cedo, para tomarem consciência do seu papel quer no agravamento desses problemas, quer na procura de soluções para os resolver?

A questão que se coloca, e que tem sido alvo de intenso debate, é de que forma a educação em ciência pode contribuir para o desenvolvimento destas competências chave. De que forma a escola pode contribuir para a aplicação de práticas de ensino e de aprendizagem em ciências, que sejam inovadoras e adequadas às exigências de um programa que promova a compreensão acerca da ciência como cultura e o desenvolvimento da literacia científica dos seus alunos? A visão subjacente a esta ideia de educação em ciência é a de um futuro cidadão não necessariamente como produtor de conhecimento científico, mas como consumidor crítico de conhecimento científico (Millar, 2006; Osborne, 2010). É este o grande desafio que hoje se oferece à escola.

Em resposta a este desafio, tem-se observado a tendência, a nível europeu, para a adoção de um modelo de um ensino e aprendizagem assente no desenvolvimento de competências, que tem fomentado mudanças significativas ao nível dos currículos escolares. Estas mudanças passam pelo desenvolvimento de abordagens interdisciplinares mais envolventes, que enfatizam diferentes literacias, o conhecimento de e sobre ciência, assim como a utilização de situações reais do dia-a-dia, que proporcionem contextos de aprendizagem com significado e relacionados com a realidade social dos alunos (Galvão & Abrantes, 2005; Holbrook, 2010; Holbrook & Rannikmae, 2007). Pretende-se que os alunos compreendam conceitos científicos básicos; desenvolvam competências processuais de ciência; criem ligações significativas entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; desenvolvam uma forte consciência ecológica; atitudes positivas em relação à ciência e aprofundem a compreensão sobre a natureza da ciência. Pretende-se também que os alunos desenvolvam competências relacionadas com o questionamento, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisão. A necessidade de um ensino centrado neste tipo de competências faz-se sentir em particular nos primeiros anos de escolaridade (Holbrook & Rannikmae, 2007; Milne, 2008). De facto, um

dos principais objetivos da educação em ciência no 1º ciclo do ensino básico é o de possibilitar a observação do ambiente que nos rodeia e o de desenvolver as competências necessárias à compreensão e explicação de si próprio e do meio envolvente (Akinoglou, 2008; Sá, 1994; Sá & Carvalho, 1997).

De acordo com as recomendações internacionais (Autio, Kaivola, & Lavonen, 2007; CE, 2004, 2007; Osborne & Dillon, 2008; UNESCO, 1999), deverão ser implementadas estratégias de ensino, logo desde os primeiros anos de escolaridade, que promovam um ambiente de aprendizagem motivador e estimulante, potenciador de uma maior autonomia, nomeadamente através de atividades de investigação, de resolução de problemas e de tomada de decisão, que incluam a discussão, argumentação, modelação e representação da informação. Através de uma abordagem investigativa, aqui entendida como um processo intencional de diagnosticar problemas reais, analisar criticamente experiências científicas, identificar alternativas, planear investigações, comprovar conjecturas, pesquisar informação, construir modelos, debater com colegas e construir argumentos coerentes (Ash & Klein, 2000; Bell, 2001; Bybee, 2006; Milne, 2008; NRC, 2000), os alunos deparam-se com maiores oportunidades para desenvolver competências de tomada de iniciativa, criatividade e inovação. Além disso, pela sua natureza multidisciplinar e multicausal, e pelo seu forte enraizamento na realidade e vivências dos alunos e no contexto sócio cultural, as atividades desta natureza enfatizam os valores e a ética e o trabalho colaborativo baseado na comunidade, na família e na turma (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2000; Duschl & Grandy, 2008).

Alinhada com esta perspetiva, a aprendizagem fora do ambiente escolar tem vindo a ser apontada como um contexto importante para a promoção de todas estas competências complexas (Bybee, 1993, 2001; Bybee & Legro, 1997; Cox-Petersen, Marsh, Kisiel & Melber, 2003; NRC, 2011). De facto, quando os alunos podem manipular e observar objetos reais e únicos, artefactos ou organismos, de coleções de museus ou diretamente da natureza desenvolvem por um lado, novas capacidades de observação, de seleção e de análise de informação, e, por outro, uma maior autonomia e uma maior compreensão acerca da forma como o conhecimento e a cultura científica se desenvolvem (King & Glackin, 2010).

Verifica-se, também, que a exploração pedagógica dessas experiências fora da escola, sob a forma de trabalho de campo e visitas a museus de ciência e laboratórios de investigação, pode contribuir fortemente para diminuir o fosso entre a ciência da

sala de aula e a ciência do dia-a-dia (Braund & Reiss, 2004; Hein, 2006), um aspeto essencial na aprendizagem nos primeiros anos de escolaridade. A exploração destes contextos, ao potenciar aprendizagens a partir da curiosidade própria das crianças, acerca do ambiente natural e do mundo que as rodeia, pode de facto atuar como vivências com significado, fundamentais na promoção do envolvimento do aluno na aprendizagem (Blenkin & Kelly, 1996; Martins & Veiga, 2001; Milne, 2010; Murcia, 2007). Definitivamente, o ensino das ciências tem de se estender para além dos “muros” da escola, abarcando os recursos disponíveis nas comunidades onde a escola se insere (Braund & Reiss 2007; Cachapuz *et al.*, 2002; CE, 2007; Freitas & Martins, 2005).

A inovação do projeto iLit (Entre a terra e o mar: um projeto de integração de literacias) assenta no desenvolvimento de tarefas de investigação, focadas em situações reais do dia-a-dia, que promovem a integração de diferentes literacias (científica, digital, de informação). Estas investigações envolvem a exploração integrada de diferentes contextos de aprendizagem, dentro da sala de aula, em instituições de educação não formal, como museus de ciência e laboratórios de investigação, e o trabalho de campo, constituindo-se como um “itinerário de aprendizagem”. Dentro deste itinerário, é proposto um conjunto de tarefas, que são complementares entre si e que no seu conjunto oferecem a possibilidade de responder a um problema real. O professor tem total liberdade de escolher o itinerário que considerar mais adequado desenvolver com cada turma, podendo seguir diferentes percursos na exploração do mesmo tema. Estas tarefas de investigação visam aumentar a motivação dos alunos em relação à aprendizagem das ciências e são baseadas em temáticas relacionadas com o mar, proporcionando situações da “vida real” como um contexto de aprendizagem motivador.

Com este projeto não se pretendeu apenas criar materiais curriculares, mas também apoiar os professores na mudança de práticas. Assim, procurou-se promover um profundo envolvimento de professores do 1º ciclo do ensino básico na implementação destas investigações nas suas salas de aula, potenciando a sua apropriação e adequação a cada contexto particular, de acordo com os interesses e necessidades do professor, bem como com as características do currículo e dos seus alunos. Uma característica importante destas propostas é que todas foram desenvolvidas para serem implementadas em aulas regulares, devendo ser articuladas com o currículo. O objetivo último foi o de envolver os professores com

um novo modo de entender a educação em ciência, promovendo, nos primeiros anos de escolaridade, uma filosofia educativa que facilite a adoção de metodologias de ensino assentes em tarefas de investigação. O objetivo deste livro é o de divulgar algumas das propostas desenvolvidas, apresentando a perspetiva dos alunos e dos professores envolvidos na sua implementação e analisando os aspetos que poderão ter facilitado o sucesso alcançado.

O livro encontra-se organizado em duas partes. A Parte I inclui a fundamentação teórica, perspetivando recursos exteriores à escola como contextos de aprendizagem, e a integração das visitas de estudo no trabalho realizado em sala de aula, de acordo com ideias chave sobre a aprendizagem e as recomendações atuais na educação em ciência, assim como os resultados de investigação sobre a implementação das tarefas, tendo em conta o seu impacto nas aprendizagens dos alunos. A Parte II inclui as tarefas testadas pelos professores do 1º ciclo e alguns exemplos de trabalhos realizados pelos alunos.

PARTE I



| | |
|---|-----------|
| 1. Aprender ciências hoje: Finalidades, dificuldades, caminhos emergentes | 17 |
| 2. Contextos de aprendizagem fora da escola | 20 |
| 2.1 Potencial educativo das visitas escolares | 22 |
| 2.2 Organização das visitas de estudo | 25 |
| 3. Contributo do projeto iLit: modelo estruturador das tarefas de investigação | 28 |
| 4. Implementação das tarefas de investigação | 34 |
| 4.1 Descrição das tarefas | 34 |
| 4.2 Instituições/Recursos envolvidos | 37 |
| 4.3 Participantes | 40 |
| 4.4 Métodos de recolha de dados | 40 |
| 4.4.1 Entrevistas | 41 |
| 4.4.2 Questionários aos alunos | 42 |
| 4.4.3 Documentos escritos | 42 |
| 4.4.4 Observação participante | 43 |
| 5. Impacto nas aprendizagens dos alunos | 44 |
| 5.1 Investigação 1: Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés | 44 |
| 5.1.1 Perspetiva dos alunos | 44 |
| 5.1.2 Perspetiva das professoras | 48 |
| 5.2 Investigação 2: Aquecimento global e oceanos | 50 |
| 5.2.1 Perspetiva dos alunos | 50 |
| 5.2.2 Perspetiva dos professores | 55 |
| 5.3 Investigação 3: O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade | 56 |
| 5.3.1 Perspetiva dos alunos | 56 |
| 5.3.2 Perspetiva da professora | 60 |
| 6. Considerações Finais | 64 |
| 7. Referências | 68 |

1. Aprender ciências hoje: Finalidades, dificuldades, caminhos emergentes

A ciência ocupa um papel central na sociedade ocidental. Com efeito, a ciência e a tecnologia têm vindo a conhecer desenvolvimentos sem precedentes para dar respostas ao constante questionamento do indivíduo, afetando a forma como ele compreende e age na sociedade. Para além disso, a ciência e a tecnologia têm emergido como “ferramentas” essenciais para resolver problemas sociais, políticos, económicos que emergem na sociedade (Osborne & Dillon, 2008). Por outro lado, a própria ciência e tecnologia criam problemas sociais, políticos, económicos, para os quais não têm uma resposta e para os quais os cidadãos são chamados a tomar uma posição (Santos, 1989). Finalmente, num contexto de grande aproximação da ciência aos cidadãos, a divulgação da ciência a públicos não especializados tem vindo a ganhar grande projeção, sendo que frequentemente essa divulgação ajuda a construir imagens da ciência que não são adequadas, corretas ou rigorosas, e que afetam o tipo de avaliação que os cidadãos fazem de diversas situações científicas e socio-científicas (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Matthews & Davies, 1999; Reis & Galvão, 2004, 2006).

Este contexto social tem vindo a afetar a forma como se compreende a educação em ciência, com claros impactos na forma de pensar os currículos de ciência (DeBoer, 2000). Assim, atualmente as recomendações internacionais, bem como alguns currículos de referência, enfatizam a necessidade de se promover determinadas aprendizagens mais em consonância com as exigências da sociedade atual. É fundamental que a ciência escolar desenvolva nos alunos uma forma crítica de analisar o conhecimento produzido, permitindo-lhes distinguir entre conhecimento científico fundamentado, sistemático e conhecimento de senso-comum, e apreciar criticamente diferentes asserções, tendo em conta os seus limites e potencialidades (Driver *et al.*, 1994; Lederman, 2006). Ora isto implica, não só desenvolver nos alunos conhecimentos de ciência (i.e., de conceitos, factos, teorias relevantes que constituem todo um corpo de conhecimento fundamental), mas também conhecimento sobre ciência (i.e., sobre o modo como esta funciona, sobre o modo como o conhecimento

é construído, sobre a natureza desse próprio conhecimento) que permita aos alunos desenvolver uma postura crítica sobre aquilo que lhe é apresentado e sobre o qual têm que tomar uma posição (Schwartz, Lederman & Crawford, 2004). Para se atingir estes objetivos é essencial criar situações de ensino e aprendizagem em que os alunos assumam um papel central, nas quais sejam guiados e desafiados nas suas rotinas de pensamento, de raciocínio e de argumentação, bem como nos modos rotineiros de recolher e usar informação para pensar e para produzir o seu próprio conhecimento.

As tarefas de investigação podem constituir-se como meios que facilitam não só o aprender ciência e sobre ciência, mas também, o desenvolvimento de competências, tais como pensamento crítico, resolução de problemas, argumentação e comunicação (Carlson, Humphrey & Reinhardt, 2003; Galvão, Reis, Freire & Oliveira, 2006; Lederman, 2006). Para além disso, este tipo de tarefas contribui para a promoção de um maior envolvimento dos alunos com a ciência (Baptista, Freire & Freire, 2013; Osborne & Dillon, 2008).

O envolvimento dos alunos como dimensão afetiva do currículo de ciências é fundamental já que a par do papel de grande relevância da ciência na sociedade atual e do reconhecimento da importância que a educação em ciência tem nos currículos, tem-se vindo a verificar um desinteresse progressivo dos alunos pelas áreas de ciência e tecnologia (que se refletem no seu percurso escolar e na escolha por carreiras profissionais) (Autio *et al.*, 2007; CE, 2004; Schreiner & Sjøberg, 2004). Com efeito, estudos centrados nos alunos revelam que embora estes gostem de questões relacionadas com a ciência, de uma maneira geral, não gostam da ciência escolar, apontando como razões principais o seu grau de dificuldade (Osborne & Collins, 2001), a falta de relevância dos temas estudados (Osborne & Collins, 2001; Schreiner & Sjøberg, 2004) e as estratégias de ensino expositivas, não facilitando a participação e o seu envolvimento ativo com o tema (Lyons 2006; Murphy & Beggs, 2003; Osborne & Collins, 2001). Assim, 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.

A motivação para aprender encontra-se associada a melhor desempenho, a maior esforço, a envolvimento ativo, ao uso de estratégias de compreensão, mas encontra-se também associada à confiança para aprender e à satisfação com o trabalho escolar e, como tal, a motivação deve ser entendida não apenas como meio, mas também

como fim a alcançar (Lemos, 2005). A literatura demonstra que para motivar os alunos é fundamental partir do seu questionamento e da sua curiosidade face ao meio circundante (Wigfield, Tonk & Klaude, 2012). Com efeito, a possibilidade de construir um sentido pessoal e de compreender de que forma certos temas escolares afetam ou se relacionam com a sua vida quotidiana (**relevância**) são essenciais para facilitar o envolvimento dos alunos com as situações de aprendizagem (Basu & Barton, 2007; Freire, Faria, Galvão & Reis, 2013a; Faria, Freire, Galvão, Reis & Baptista, 2012a; Schussler, 2009). Para além disso, é fundamental criar situações ligadas aos **interesses** dos alunos, levando-os a envolver-se com o tema porque desejam saber mais ou compreendê-lo melhor (Schiefele, 2012). Vários autores têm demonstrado que o deslumbramento por aquilo que é desconhecido e pelos fenómenos naturais observáveis, o prazer em questionar e em procurar respostas para as suas inquietações constituem elementos centrais associados ao interesse dos jovens por temas de ciência (Baram-Tsabari & Yarden, 2005; Osborne & Collins, 2001; Swarat, 2008).

Parte-se do pressuposto, fundamentado na literatura, que ao desejar saber mais ou compreender melhor, os alunos irão desenvolver estratégias complexas de processamento de informação, não só pesquisando, analisando e sintetizando aspetos pertinentes, como também mobilizando conhecimento relevante para dar sentido à informação recolhida. Neste processo, irão partilhar, discutir ideias, elaborar as ideias uns dos outros, questionar e propor explicações. Há que ter em conta que o corolário de todo este envolvimento poderá ser a preocupação com o seu próprio processo de aprendizagem, individualmente ou como grupo, atingindo os seus objetivos iniciais (saber mais ou compreender melhor certo tema) (Blumenfeld, Kempler & Krajcik, 2006; Zhu, 2007). Se atingirem este ponto, os alunos desenvolverão um sentimento de competência, que é essencial para os manter envolvidos e ativos nas tarefas propostas e motivados para aprender (Laukenmann, Bleicher, Fuß, Gläser-Zikuda, Mayring & von Rhöneck, 2003; Thijs & Verkuyten, 2009). Viver situações de sucesso é essencial para que os alunos desenvolvam um sentido de confiança em si mesmos e um conjunto de atitudes positivas sobre as suas possibilidades de aprender, que favorecem a sua motivação para aprender (Guimarães & Boruchovitch, 2004; Lemos, 2005) e, logo, a sua predisposição inicial para novos temas, segundo um movimento em espiral, tal como representado na Figura 1.

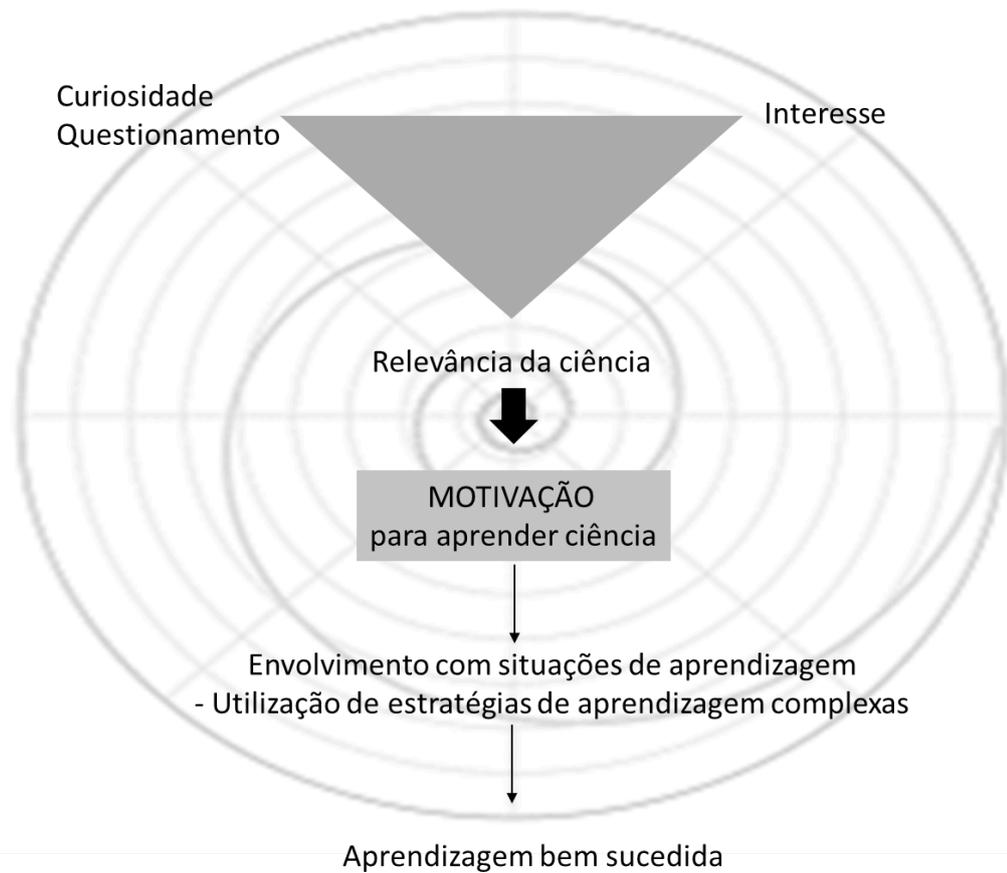


Figura 1. Esquema ilustrativo da relação entre interesse, relevância, motivação e aprendizagem.

2. Contextos de aprendizagem fora da escola

A visão da aprendizagem como um processo ativo e construtivo, em que o aprendiz é responsável pelo seu próprio percurso de aprendizagem (Novak & Gowin, 1984; Osborne & Wittrock, 1985; White, 1988), tem tido efeitos bem marcados na forma como se perspetiva o ensino das ciências e na necessidade da criação de situações de aprendizagem diversificadas, observando-se atualmente um apelo ao desenvolvimento de estratégias que envolvam o aluno numa multiplicidade de contextos e de atividades de aprendizagem, destacando-se aquelas que se fundamentam na pesquisa e na investigação. Atualmente, as práticas propostas distinguem-se pela flexibilidade, pelo facto de se desenvolverem a partir de questões geradas pelos próprios alunos, ou de alguma forma apropriadas por eles, e por envolverem a resolução de problemas e o trabalho colaborativo (Chagas, 1993; Millar, 2006).

A exploração dos recursos exteriores à escola, nomeadamente os museus de ciência, laboratórios de investigação ou as saídas de campo, como contextos de aprendizagem, oferece oportunidades únicas para o desenvolvimento deste tipo de atividades, nas quais o aluno pode controlar a sua própria agenda de aprendizagem (Bell, Lewenstein, Shouse & Feder, 2009). De facto, estes contextos oferecem condições chave para que o aluno possa construir um significado pessoal, faça as suas próprias escolhas, assuma o controlo da sua aprendizagem, colabore com outros e se sinta otimista e recompensado em relação aos esforços de aprendizagem realizados, assumindo-se assim como locais que promovem a motivação intrínseca e o envolvimento sustentado.

Bell et al. (2009) identificam seis vertentes que caracterizam a experiência que os alunos podem ter numa visita de estudo no âmbito das ciências, e que abarca os domínios cognitivo, social, de desenvolvimento e afetivo:

- Experienciam entusiasmo, interesse e motivação para aprender acerca de fenómenos naturais.
- Podem criar, compreender, lembrar e utilizar conceitos, explicações, modelos e factos relacionados com a ciência.
- Manipulam, testam, exploram, fazem previsões, questionam, observam e constroem significados para o mundo natural e físico.
- Refletem sobre a ciência como conhecimento; nos processos, e conceitos de ciência.
- Participam em atividades científicas e práticas educativas com outros, utilizando instrumentos específicos e linguagem científica.
- Consideram-se como estudantes de ciência e desenvolvem uma identidade de quem sabe acerca, que utiliza e que por vezes contribui para a ciência.

Tendo em conta as suas características únicas, potenciadoras da curiosidade, da motivação e do interesse pela ciência (Falk & Dierking, 2000), as visitas de estudo poderão complementar as aprendizagens realizadas no ambiente mais formal da escola, não só pelo facto de proporcionarem um contacto direto com a realidade, como a oportunidade de enquadrar o conhecimento e a sua evolução num contexto cultural e ambiental mais amplo, no caso dos museus de ciência (Xanthoudaki, 2002). Estas instituições podem assim, contribuir para o desenvolvimento de um público escolar mais interessado e recetivo à aprendizagem das ciências ao longo da vida, desempenhando um importante papel na concretização dos objetivos preconizados nos documentos internacionais de reforma da educação em ciência (Millar & Osborne, 1998; OCDE, 2003, 2006; NRC, 2011; Osborne & Dillon, 2008).

2.1. Potencial educativo das visitas escolares

Nos últimos anos foram desenvolvidos alguns modelos (Bell et al., 2009; Falk & Dierking, 2000; Orion & Hofstein, 1994) com a finalidade de explicar e identificar os principais fatores que condicionam a aprendizagem realizada com base ou a partir da exploração de contextos de aprendizagem fora da escola, tendo como alicerce geral uma visão atual sobre a aprendizagem, nomeadamente que: (i) a aprendizagem

decorre a partir de elos motivacionais e emocionais adequados; (ii) a aprendizagem é facilitada pelo interesse pessoal; (iii) o novo conhecimento é construído a partir de conhecimento e experiências prévias; (iv) a aprendizagem desenvolve-se em contextos que tenham significado para o aprendente; (v) a aprendizagem é um “processo cultural”, isto é, a forma como agimos e reagimos perante diferentes situações de aprendizagem é um produto da nossa cultura e das interações que estabelecemos com os outros. Com base nestes modelos, Eshach (2007) propõe uma nova organização, na qual são considerados quatro contextos, pessoal, espacial, social e instrucional, aquando da análise da aprendizagem relacionada com as visitas escolares. Cada um destes quatro contextos inclui fatores que atuam ao nível do domínio cognitivo e do domínio afetivo do aluno e que afetam a sua aprendizagem (Braund & Reiss, 2004).

No que diz respeito ao contexto pessoal emergem aspetos relacionados com o conhecimento prévio do aluno (domínio cognitivo) e com a sua agenda pessoal de interesses para a visita, a sua atitude perante a ciência e a sua autoconfiança (domínio afetivo). O contexto espacial, e tendo em conta que qualquer aprendizagem decorre sempre através de um “diálogo” entre o aprendente e o ambiente onde este se encontra, inclui as características do local visitado, mas também dos próprios objetos, no caso dos museus e laboratórios de investigação, nomeadamente a disposição dos materiais, as cores, a facilidade de manipulação, entre outros aspetos, que interferem com ambos os domínios: cognitivo, no sentido de facilitar ou não a compreensão das ideias e conceitos representados, e afetivo, no sentido de serem ou não apelativas e despertarem curiosidade.

Do contexto social emergem as interações interpessoais importantes para a aprendizagem (domínio cognitivo), assim como a influência dos outros intervenientes (colegas, professores, familiares, investigadores, educadores e monitores) no despertar do interesse e na promoção do envolvimento com a visita (domínio afetivo). Finalmente, o contexto instrucional inclui a forma como as visitas são organizadas e desenvolvidas, podendo servir de mediador a uma maior compreensão dos fenómenos e conceitos em estudo (domínio cognitivo), e como é realizada a preparação emocional dos alunos para a visita (domínio afetivo). Todos estes fatores atuam de forma integrada, sendo a sua interação que pode servir de suporte à aprendizagem nestes locais.

A maioria dos estudos realizados acerca do impacto das visitas de estudo têm reportado a existência de um ganho mais ou menos evidente, seja do ponto de vista cognitivo seja do ponto de vista afetivo, no sentido dos alunos desenvolverem atitudes positivas em relação às temáticas em estudo ou à ciência em geral (Afonso & Gilbert, 2007; Botelho & Morais, 2003, 2004; Freitas & Martins, 2005; Holmes, 2011; Jarvis & Pell, 2002, 2005; Pedretti, 2004).

As visitas de estudo podem gerar um sentimento de prazer, interesse, entusiasmo, motivação e vontade de aprender que parece bastante negligenciado no contexto clássico de aprendizagem na escola (Eshach, 2007), podendo assim desempenhar uma função importante na promoção de atitudes positivas pela ciência, despertando nos alunos a vontade de saber mais acerca da ciência. Este aspeto é extremamente importante, já que vários estudos têm salientado que a imagem que as crianças fazem dos cientistas e da ciência nos primeiros anos de escolaridade pode ser crucial para a forma como irão ver a ciência enquanto adultos e na escolha de carreiras científicas (Blatchford, 1992; Hodson & Freeman, 1983), ou mesmo na forma como se irão envolver com o ensino das ciências, mostrando uma maior vontade em participar nas tarefas propostas em sala de aula (Germann, 1988).

A investigação acerca do impacto das visitas de estudo revela que a maneira como os diferentes atores as interpretam tem influência na forma como as experimentam e vivem e, conseqüentemente, na aprendizagem dos alunos.

Do ponto de vista dos professores, os principais objetivos para a realização de uma visita de estudo relacionam-se por um lado, com fatores como o enriquecimento pessoal e as interações sociais que emergem no decorrer das mesmas, nomeadamente criar experiências de aprendizagem totalmente novas, potenciadoras de novas sensações, capazes de despertar a curiosidade, motivação e a vontade de aprender mais, assim como promover a aprendizagem ao longo da vida. Por outro lado, as visitas surgem como uma oportunidade de reforçar e expandir o currículo trabalhado em sala de aula, proporcionando aos alunos uma perspetiva adicional, ou um maior significado às aprendizagens realizadas em sala de aula (Kisiel, 2005; Lucas, 2000; Storcksdieck, 2001).

Os alunos parecem encarar as visitas de estudo como uma forma diferente e divertida de aprender (Griffin, 2004; Falk & Dierking, 2000; Lucas, 2000; Paris, 1997; Piscitelli & Anderson, 2001). Alguns destes estudos têm vindo a demonstrar que os alunos dão importância ao facto de nestes contextos terem a possibilidade de

escolha e de exercerem algum controlo na sua própria aprendizagem, assim como ao facto de poderem socializar com os colegas.

O que decorre destas perspetivas, embora diferentes, é a crença no elevado potencial das visitas de estudo. Para que os contextos não formais sejam de facto explorados de uma forma que potencie os seus possíveis impactos educativos, há alguns aspetos centrais que devem ser tidos em consideração na organização e implementação de uma visita de estudo.

2.2. Organização das visitas de estudo

De acordo com Muse, Chiarelott e Davidman (1982) a chave para que uma visita de estudo tenha sucesso, é a capacidade do professor organizar, sequenciar, focalizar e avaliar o evento de acordo com as necessidades do aluno, e em providenciar uma experiência que seja consistente com as expectativas e objetivos esperados. Assim, para que os contributos da visita sejam maximizados, há diferentes fatores a ser considerados, que atuam em três fases diferentes da visita: antes, durante e após a visita.

Na planificação de uma visita de estudo têm sido assinalados como principais fatores: o sentido da aprendizagem, potenciando a ligação com o trabalho decorrido em sala de aula; e a atenção que é dada às características únicas que estes contextos apresentam possibilitando diversificar as atividades a desenvolver, e a enfatizar as experiências de vivência direta do contexto visitado (manipulação, observação, etc.) durante a visita (Price & Hein, 1991). Assim, na preparação das visitas é importante ter em consideração o contexto específico em que estas vão decorrer (Bamberger & Tal, 2006; Falk & Dierking, 2000), procurando-se estabelecer uma ligação explícita entre o trabalho realizado em sala de aula e as atividades a desenvolver, o que só poderá ser plenamente conseguido através de um conhecimento prévio do local a visitar por parte do professor (Contini, Rosenfeld, Moore & Movshovitz-Hadar, 2004; Hofstein & Rosenfeld, 1996).

Atendendo a que a visita decorre num ambiente novo para o aluno, poderá ser importante que este receba informação acerca do que irá observar, com o objetivo de reduzir o efeito de novidade (Anderson & Lucas, 1997; Orion & Hofstein, 1994). De facto, os alunos sem preparação e orientação prévia mostram maior tendência

em concentrar-se em aspetos que não são relevantes para as atividades em si, perdendo-se, assim, o possível efeito positivo da visita. Pelo contrário, quando lhes é fornecido algum tipo de orientação, os alunos mostram-se melhor equipados para serem estimulados e para poderem lidar com a novidade associada ao novo contexto.

Quanto aos fatores que a investigação tem identificado como possíveis potenciadores da aprendizagem no decorrer da visita, salientam-se o sentido de propósito por parte de alunos e professores, a possibilidade de escolha e o sentimento de autonomia dos alunos relativamente ao processo de aprendizagem. É importante que os alunos percebam o objetivo de recolher determinada informação, de que forma a podem utilizar, e acima de tudo que possam ter alguma liberdade de escolha relativamente a aspetos específicos da aprendizagem que vão realizar e total autonomia na forma como desenvolvem as atividades (Griffin, 2004; Griffin & Symington, 1997).

DeWitt e Osborne (2007) assinalam, também, a importância do desenvolvimento de atividades em sala de aula, posteriores à visita, incluindo atividades que garantam a compreensão e a consolidação das aprendizagens realizadas. Finalmente, assinala-se ainda a importância da promoção da reflexão conjunta sobre a visita, que permita a partilha de experiências vividas, e a discussão dos aspetos mais e menos conseguidos.

Tendo em conta as características e potencialidades destes ambientes de aprendizagem, e com base nas recomendações passíveis de maximizar os impactos de uma visita de estudo (King & Glackin, 2010), assinalam-se como aspetos fundamentais a ter em consideração:

- Para que os alunos possam construir um significado pessoal, será importante que...
- Os professores e os alunos tenham um objetivo claro e partilhado. A visita esteja interligada ao trabalho desenvolvido na escola.
- Ocorra uma preparação prévia à visita no sentido de orientar os alunos para o que vão encontrar.
- A curiosidade dos alunos seja fomentada e alimentada.
- Para que os alunos possam fazer as suas próprias escolhas e assumir o controlo da sua própria aprendizagem, será importante que...

- Tenham a possibilidade de escolher o caminho a percorrer para responder às suas questões.
- Sejam encorajados a utilizar toda a gama de possibilidades de aprendizagem oferecidas pelo contexto em estudo.
- Para que os alunos colaborem uns com os outros, será importante que...
- Sejam encorajados a partilhar as suas aprendizagens com os colegas e com o professor e o monitor.
- Para que os alunos se sintam otimistas e recompensados em relação aos esforços de aprendizagem realizados, será importante que ...
- Os professores sejam participantes ativos em todo o processo, modelando os comportamentos mais apropriados.

3. Contributo do projeto iLit: modelo estruturador das tarefas de investigação

O projeto iLit teve como objetivo promover, junto dos professores de ciências, a adoção, na educação básica, de uma filosofia educativa facilitadora do desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem assentes em tarefas de investigação que envolvem a exploração de recursos exteriores à escola.

As tarefas de investigação desenvolvidas no âmbito deste projeto e aqui apresentadas, obedeceram a um conjunto de características, visando tornar os temas relevantes aos olhos dos alunos e estimulando o seu interesse por eles. Todas estas tarefas se iniciam com a exploração de uma **atividade ao ar livre ou em ambientes não formais**, já que ambas as situações constituem cenários por excelência para facilitar a observação do meio circundante e o questionamento espontâneo, estimulando o interesse dos alunos e permitindo-lhes estabelecer ligações com o seu quotidiano.

Importa, no entanto, referir que o grau de incerteza inerente a esta forma de introduzir os alunos num tema, bem como o nível de envolvimento inicial bastante elevado que se lhes exige (pois são desde logo colocados no centro do processo de ensino e aprendizagem), podem ter um efeito contrário ao antecipado, se os alunos percecionarem a situação como demasiado difícil e para a qual não se sentem capazes (Blumenfeld et al., 2006). Tendo em conta estes aspetos, cada tarefa de investigação inicia-se por uma introdução situando o aluno na temática a explorar. Nesta introdução, o professor faz uma **contextualização da tarefa** (ligando a dimensão científica com situações do quotidiano) (Holbrook, 2008). O objetivo será sempre ligar o tema de ciência a ser estudado com situações do dia-a-dia ou com situações sociais mais globais. Procedendo deste modo, o professor irá estimular o interesse dos alunos e facilitar o questionamento. Com efeito, as questões (científicas) não surgem do vazio (Lederman, 2006); é essencial ativar o conhecimento prévio, remeter para experiências prévias, criar expectativas de forma a facilitar esse mesmo questionamento (Figura 2).

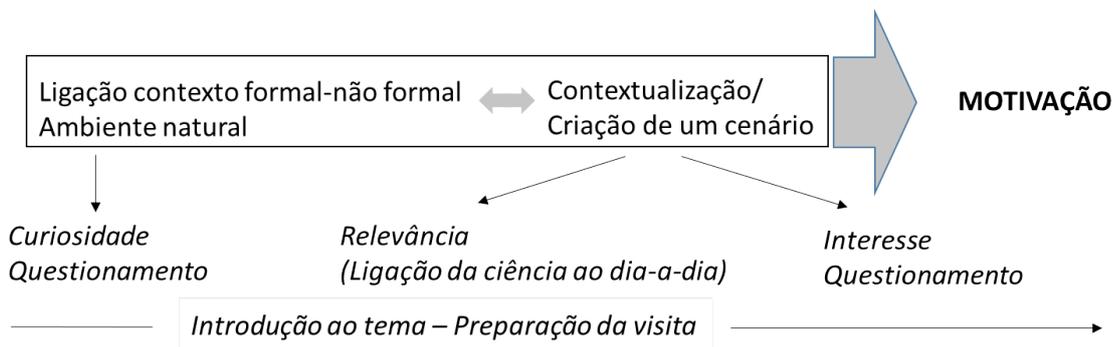


Figura 2. Introdução ao tema – Preparação da visita.

Assim, ao fazer esta introdução o professor está, por um lado, a diminuir o grau de incerteza da tarefa e, por outro lado, a diminuir a exigência de um elevado envolvimento inicial dos alunos, pois não se lhes exige tudo; os alunos partem de algo que já lhes é dado. Simultaneamente, procurou-se respeitar um sentido de autenticidade das tarefas (para as quais, à partida, os alunos não têm uma resposta e cuja procura exige pesquisa, análise, discussão, argumentação). É importante que, à partida, os alunos não disponham de toda a informação disponível para a realização das atividades inerentes a cada tarefa. Para que a sua motivação seja estimulada e mantida, é essencial espaço para que os alunos possam satisfazer a sua curiosidade inicial, sintam que têm controlo e autonomia, sendo o papel do professor encorajá-los a pesquisar e apoiá-los na realização da atividade (Wigfield *et al.*, 2012).

Após a introdução ao tema, é necessário manter o envolvimento dos alunos. Para tal, as tarefas propostas incluem o relacionamento interpessoal, a troca de ideias entre pares, no pequeno grupo, que criam situações nas quais os alunos se sentem confiantes para experimentar, sem medo de errar ou de expor as suas dificuldades (Freire, Faria, Baptista, Freire & Galvão, 2013b; Laukenmann *et al.*, 2003; Thijs & Verkuyen, 2009; Wentzel & Watkins, 2002). A possibilidade de estabelecer relações positivas com os outros é fundamental para motivar para a aprendizagem (Guimarães & Boruchovitch, 2004; Lemos, 2005), não só pelo prazer de estar com outros (dimensão afetiva), mas também pela possibilidade de encontrar nos pares uma fonte de apoio para superar as dificuldades e as frustrações, sempre presentes em situações com um grau de incerteza elevado (Freire *et al.*, 2013b).

Todas as tarefas têm uma natureza prática, à qual os alunos tendem a associar uma dimensão lúdica, essencial para manter níveis elevados de envolvimento (Freire *et al.*, 2013a; Holstermann, Grube & Bögeholz, 2010). Apresentam também um

caráter desafiador do ponto de vista cognitivo. Neste sentido, os alunos desenvolvem um conjunto de ações e tomam um conjunto de decisões com uma finalidade, sendo encorajados a pensar naquilo que estão a fazer, a avaliar constantemente o que estão a fazer e, se necessário, a modificar, de forma fundamentada e refletida, a sua ação. Este elemento desafiador não só motiva os alunos, como ainda promove o desenvolvimento de competências complexas e a compreensão mais aprofundada dos temas científicos (Faria *et al.*, 2012a; Freire *et al.*, 2013b; Wigfield *et al.*, 2012). Ou seja, é necessário criar situações em que os alunos usem o pensamento lógico e crítico, se envolvam em momentos de discussão, nos quais sejam chamados a explicar os resultados obtidos e a desenvolver argumentos que suportem as suas explicações, a apresentar explicações alternativas e a considerar criticamente a relação entre métodos de recolha de dados e conclusões, elementos centrais das tarefas de investigação (Bybee, 2006; Hofstein & Lunetta, 2003). Segundo Flick e Lederman (2006) é exatamente esta alternância entre fazer e refletir que cria oportunidades para os alunos desenvolverem competências investigativas.

Uma outra característica comum das tarefas propostas é envolverem um momento conclusivo. A fase de conclusão é, de facto, um momento essencial inerente a qualquer atividade de cariz investigativo, podendo assumir diferentes formatos: 1) envolver uma tomada de decisão sobre determinado assunto socio-científico, 2) envolver a apresentação de resultados e a sua utilização para suportar determinadas posições. É nesta fase que os alunos são chamados a apresentar as suas ideias e conhecimentos científicos de uma forma organizada e rigorosa e são desafiados a utilizar esses conhecimentos e ideias para compreender situações novas. Neste processo, os alunos não só podem consolidar as suas ideias e conhecimentos (Abel, Anderson & Chezem, 2000), como também desenvolver competências comunicacionais (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011), aprender a reconhecer o papel da ciência nas suas vidas e desenvolver atitudes positivas em relação à ciência (Jenkins & Nelson, 2005) (Figura 3).

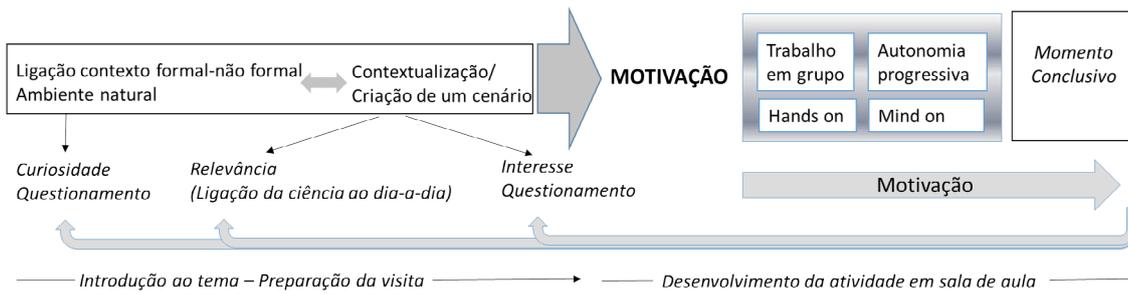


Figura 3. Ciclo de motivação e aprendizagem no desenvolvimento da cada tarefa.

A motivação surgirá assim não apenas como um meio mas também como um fim – o aluno sente que aprendeu e que apreendeu conhecimentos capazes de lhe despertar o interesse e a vontade de saber mais. O aluno desenvolveu um conjunto de competências que lhe permitem viver sentimentos de sucesso e bem-estar, num ambiente caracterizado pela partilha, diálogo de ideias e de experiências.

Tendo em conta todos estes aspetos, foram desenvolvidas e implementadas no âmbito do projeto iLit, tarefas de investigação, dentro da sala de aula e em instituições de educação não formal, como museus de ciência e laboratórios de investigação. Estas tarefas visaram aumentar a motivação dos alunos em relação à aprendizagem das ciências e basearam-se em temáticas relacionadas com os recursos marinhos, que proporcionaram situações da “vida real” como um contexto de aprendizagem motivador. Embora neste projeto se tenham desenvolvido tarefas direcionadas para todos os ciclos de escolaridade, neste livro são apenas apresentadas tarefas direcionadas para o primeiro ciclo de escolaridade.

As tarefas de investigação propostas basearam-se em três ideias chave: (i) serem centradas em situações reais; (ii) promoverem a exploração integrada de diferentes contextos educativos; e (iii) assumirem uma natureza investigativa, promotora do desenvolvimento de diferentes literacias.

Relativamente à primeira ideia chave, as investigações aqui apresentadas desenvolvem-se em torno de aspetos relacionados com os recursos marinhos nacionais e acontecimentos da nossa história. No caso da investigação “Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés”, todas as propostas de exploração se centram em espécies características da nossa costa, sejam espécies comestíveis (como é o caso das observadas na visita a um mercado de peixe), sejam espécies de interesse científico (como é o caso das existentes no Aquário ou na plataforma rochosa). No caso da investigação “Aquecimento global e Oceanos”, as atividades

a realizar pelos alunos desenrolam-se em torno de uma temática extremamente atual e que tem tido um impacto crescente nas nossas costas, a subida do nível da água e a acidificação dos oceanos. O ponto de partida para esta tarefa consistiu na leitura de uma história de banda desenhada sobre os efeitos do aquecimento global no oceano. O facto das personagens da história serem bastante populares para crianças desta faixa etária facilita sua a familiarização e envolvimento. Por outro lado, no final da tarefa podem ser discutidos na turma quais os aspetos de ficção ou científicos existentes na história. No caso da investigação “O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade”, as atividades a realizar surgem no seguimento da leitura de uma história que, embora ficcionada, se baseia em facto reais, relacionados com o trabalho do Rei D Carlos I de inventariação das espécies da costa Portuguesa e com a atividade pesqueira dos pescadores da zona de Sesimbra e de Setúbal.

No que diz respeito à inclusão de diferentes contextos de aprendizagem, qualquer das tarefas apresentadas incluem a visita a uma instituição fora da escola, sejam museus de ciência, como o Aquário Vasco da Gama e o Museu de Marinha, laboratórios de investigação, como o Laboratório Marítimo da Guia, seja outro tipo de espaços, como o Mercado de Peixe, ou o trabalho de campo, como a visita à plataforma rochosa da zona entre-marés. Estes locais apresentam recursos únicos, tendo as tarefas sido desenhadas de acordo com as especificidades de cada local (ver secção 4.2. Instituições/Recursos envolvidos). O trabalho a desenvolver nestes locais surge sempre de forma integrada com o trabalho em sala de aula, sendo a estrutura de qualquer das tarefas composta por uma sessão inicial, de contextualização do estudo e de motivação para a temática, a visita propriamente dita, na qual os alunos realizam atividades de observação, de investigação ou de trabalho experimental, sendo promovido o contacto com outros intervenientes, como sejam os monitores, os cientistas, ou os vendedores do mercado, no sentido de apoiar a construção de conhecimento pelos alunos, e um conjunto de sessões de consolidação, após as visitas, que têm como objetivo o aprofundamento das aprendizagens realizadas durante as visitas efetuadas e a sua aplicação a novas situações.

Finalmente, com as tarefas desenvolvidas pretendeu-se promover o desenvolvimento integrado de diferentes literacias (científicas, digitais, de informação), criando-se situações em que os alunos têm oportunidade de:

- Compreender e utilizar explicações científicas acerca do mundo natural.
- Gerar e avaliar evidências e explicações científicas.
- Analisar investigações empíricas e utilizar evidências para construir e defender argumentos.
- Compreender a natureza do conhecimento científico.
- Saber adotar uma postura crítica, respeitando as opiniões contrárias, e demonstrar vontade de levantar questões e de rever as suas próprias opiniões.

4. Implementação das tarefas de investigação

4.1. Descrição das tarefas

Para uma descrição completa das tarefas de investigação ver os guiões disponibilizados na Parte II deste livro (1. Guião das tarefas implementadas). Qualquer destes guiões serve apenas como uma proposta de trabalho, podendo ser transformado de acordo com cada contexto de implementação, nomeadamente, as características da escola, da turma, dos alunos, e as orientações curriculares, bem como de acordo com os interesses e necessidades do professor.

Investigação 1: *Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés*

O objetivo principal das atividades a realizar pelos alunos é a de consolidar conhecimentos sobre as principais espécies que vivem na zona entre-marés (plataformas de rocha e zonas de estuário), nomeadamente sobre a diversidade das espécies presentes e as suas adaptações ao modo de vida e habitat, e ainda, compreender a dependência destes organismos relativamente às condições ambientais que caracterizam os ambientes em que vivem. A tarefa pode ser desenvolvida realizando uma visita a três locais diferentes: uma plataforma rochosa da zona entre marés; ao Aquário Vasco da Gama ou a um Mercado de peixe.

As atividades incluem uma sessão prévia à visita de estudo, realizada em sala de aula, em que são dadas aos alunos algumas orientações e informações básicas sobre o tema que vai desenvolver. São promovidas discussões em grupo com os alunos sobre as ideias e os conhecimentos de que estes dispõem relativamente às adaptações dos peixes e dos organismos que vivem na zona entre-marés, tendo em conta os diversos habitats e os modos de vida. As atividades que envolvem a visita à praia e ao aquário incluem ainda a visualização de alguns vídeos sobre os organismos que vivem na zona entre-marés.

Na visita de estudo ao mercado, os alunos têm a oportunidade de observar diferentes espécies de peixe, registar as suas características, tendo em conta alguns parâmetros pré-definidos (forma do corpo, posição dos olhos, posição da boca, alimentação), e de inquirir o(a)s vendedor(a)s sobre modo de vida dessas espécies. No Aquário Vasco da Gama, os alunos podem observar e manipular alguns dos organismos que vivem nas praias arenosas e rochosas, ao mesmo tempo que ouvem os esclarecimentos dados pelo monitor sobre as características desses organismos e adaptações ao habitat onde vivem. Na praia, os alunos têm oportunidade de observar, identificar e caracterizar os organismos existentes nestes habitats, tendo em conta alguns parâmetros pré-definidos (substrato onde vivem, forma do corpo, presença/ausência de carapaça e/ou concha, presença de tentáculos, adaptações), podendo também realizar o registo de alguns parâmetro físico-químicos dos diferentes microhabitats existentes (rochas, fendas e poças de maré).

Na sessão de consolidação, posterior à visita, e realizada em sala de aula, é sugerida a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre determinado organismo, observado na visita de estudo, com o objetivo de se construir o bilhete de identidade da respetiva espécie, com base nas suas características morfológicas, adaptações e modos de vida. Como atividades complementares, é sugerida a construção de uma história sobre a vida de um peixe, a construção de um modelo de um peixe, desenhado de acordo as características do seu habitat (com o software SCRATCH), a observação direta da morfologia interna de um peixe, e ainda a realização de uma experiência que tem como objetivo a demonstração do funcionamento da bexiga-natatória dos peixes.

Investigação 2: Aquecimento global e oceanos

O objetivo principal das atividades propostas nesta tarefa é o de contribuir para que os alunos: a) desenvolvam uma consciência ecológica; b) construam conhecimentos substantivos sobre as causas e as consequências do aquecimento global no aumento da temperatura da água e seus efeitos nos organismos marinhos; e c) desenvolvam capacidades de pensamento, atitudes e valores que lhes assegurem um papel ativo em processos decisórios sobre questões ambientais.

Para responder à questão “Quais são os impactos do aquecimento global nos oceanos?” é sugerida uma tarefa composta por um conjunto de 3 situações de aprendizagem que se complementam, relacionadas com a análise dos potenciais impactos das alterações climáticas nos oceanos. Este conjunto de atividades centra-se nas consequências do

aquecimento global nos oceanos, nomeadamente o aquecimento da água do mar, para o qual é proposta uma atividade experimental e a discussão de uma notícia; o degelo e conseqüente aumento do nível do mar, para o qual também se propõe uma atividade experimental e a discussão de uma notícia; e a acidificação dos oceanos, para o qual é proposta uma atividade experimental. No final é proposta uma atividade de intervenção na qual os alunos elaboram uma proposta de consciencialização pública relativamente ao tema em análise.

A contextualização desta tarefa envolve a leitura de uma história, “Uma aventura ecológica”, da coleção do SpongeBob (Reisner & Reed, 2011), que serve como contexto motivador para a pesquisa acerca dos impactos do aquecimento global nos oceanos. Para a resposta a esta questão são propostas três atividades experimentais, a serem desenvolvidas no Laboratório Marítimo da Guia/MARE- Centro de Ciências do Mar e do Ambiente. A atividade final de pesquisa é realizada em sala de aula.

Investigação 3: O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade

Esta tarefa tem como objetivo que os alunos aprofundem o conhecimento acerca de alguns aspetos relacionados com a construção do conhecimento científico, nomeadamente as interações com a sociedade e a cultura em que se insere, e compreendam as adaptações dos organismos das grandes profundidades marinhas.

A tarefa proposta tem a particularidade de promover a compreensão da atividade científica através da história da ciência. A tarefa inclui uma sessão prévia à visita, duas visitas de estudo, uma no Aquário Vasco da Gama e outra no Museu da Marinha, e uma sessão posterior de consolidação das aprendizagens em sala de aula. Na sessão prévia à visita, a realizar em sala de aula, é explorado o conto “O sonho do Rei Dom Carlos”, da autoria da bióloga Raquel Gaspar (Gaspar, 2012), que relata a história da vida do Rei D. Carlos I, do seu carácter naturalista, e do seu pioneirismo na descoberta dos seres marinhos que habitam as profundezas. A ação do conto desenrola-se a partir da relação do Rei com os pescadores de Sesimbra, através de dados históricos e de uma aventura fictícia de 3 crianças. A leitura do conto serve como fio condutor de toda a atividade.

No Aquário Vasco da Gama, os alunos têm oportunidade de conhecer a coleção do Rei D. Carlos I, onde exploram a vertente naturalista e artística do Rei, os instrumentos científicos que ele utilizou na sua investigação, e as características e adaptações dos peixes de grande profundidade recolhidos nas campanhas por ele organizadas.

A visita de estudo ao Museu de Marinha permite que os alunos conheçam alguns instrumentos, equipamentos e embarcações de investigação utilizados na área da oceanografia, tanto na época vivida pelo rei, como nos tempos da atualidade.

Na sessão de consolidação, é dado a escolher aos alunos, uma de duas tarefas: elaboração de um diário de bordo sobre a vida do rei a bordo do seu iate; planejar uma expedição de investigação marinha e relatar as descobertas realizadas. É ainda proposta a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre os peixes que vivem a grandes profundidades, focando-se nas suas características morfológicas e adaptações ao habitat. Como suporte desta tarefa, é sugerido o visionamento de alguns vídeos relacionados com a vida a grandes profundidades, com a vida dos pescadores de Sesimbra antiga, e ainda sobre a evolução e a influência das novas tecnologias para um maior conhecimento da vida marinha em profundidade.

4.2. Instituições/Recursos envolvidos

a) Aquário Vasco da Gama

O Aquário Vasco da Gama, instituição tutelada pela Marinha de Guerra Portuguesa (<http://aquariovgama.marinha.pt/PT/Pages/homepage.aspx>), é uma instituição científica e pedagógica, que abriu as suas portas ao público em 1898, durante o 4º centenário da celebração da descoberta do caminho marítimo para a Índia pelo navegador Vasco da Gama. Cem anos mais tarde, o Aquário continua a desempenhar um papel fundamental na divulgação da biologia aquática em Portugal. Para concretizar a sua missão, esta instituição inclui duas secções diferentes, o museu e os aquários, que se complementam entre si. Da exposição permanente do museu faz parte a Coleção Oceanográfica D Carlos I, que inclui os cadernos com os desenhos e aguarelas, com as notas de campo, as informações e dados recolhidos, assim como a coleção zoológica e os instrumentos utilizados durante as campanhas oceanográficas lideradas pelo Rei. O museu do Aquário Vasco da Gama possui ainda um enorme acervo de exemplares de organismos típicos das grandes profundidades marinhas. Finalmente, na secção dos aquários, esta instituição possui dois “apalpários”, onde se podem observar e sentir organismos típicos da zona entre-marés, nomeadamente de uma plataforma rochosa e de uma praia arenosa.

b) Museu de Marinha

O Museu de Marinha, instituição Cultural da Marinha de Guerra Portuguesa (<http://museu.marinha.pt/pt/Paginas/default.aspx>), tem como missão a salvaguarda e divulgação do passado marítimo português, não se dedicando em exclusivo aos assuntos militares navais, mas sim a tudo o que se relaciona com os mais diversos aspetos e atividades humanas ligadas ao mar. Este Museu dispõe de um acervo museográfico considerável relacionado com a atividade marítima Portuguesa, incluindo modelos das embarcações, instrumentos de navegação, cartografia, artes de pesca tradicionais e outros objetos. Possui ainda o modelo das camarinhas do late Amélia IV, utilizado pelo Rei D Carlos nas suas campanhas oceanográficas, assim como alguns objetos relacionados com a vida a bordo.

c) Laboratório Marítimo da Guia/MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente

O Laboratório Marítimo da Guia está integrado no Centro de Ciências do Mar e do Ambiente que é um centro de investigação científica, desenvolvimento tecnológico e inovação, com pólos na Universidade de Lisboa, na Universidade de Coimbra, na Universidade dos Açores, no ISPA – Instituto Universitário, na Universidade de Évora e na Universidade Nova de Lisboa. A missão do MARE é procurar a excelência no estudo dos ecossistemas aquáticos e disseminar este conhecimento para apoiar as políticas de desenvolvimento sustentável. Esta missão é concretizada através de investigação científica, educação, transferência de conhecimento e de tecnologia para o setor produtivo e divulgação de Ciência, desenvolvidas em redes de colaboração estabelecidas ao nível regional, nacional e internacional (<http://www.mare-centre.pt/>).

d) Mercado municipal de peixe

O mercado é um local de venda de peixe fresco e outros organismos marinhos, constituindo-se como um espaço que oferece excelentes condições para a observação de diferentes organismos marinhos. Para além disso, é um espaço que possibilita o contacto com alguns profissionais relacionados com a pesca, potenciando a troca de ideias e conhecimentos relacionados com os recursos alimentares provenientes do mar.

e) Plataforma de rocha da zona entre marés

Zona entre-marés é o nome dado ao substrato litoral que fica exposta ao ar durante a maré-baixa, ficando submersa com a subida da maré, ou seja, à zona de substrato compreendida entre as linhas de máxima preia-mar (maré-alta) e mínima baixa-mar.

Esta zona apresenta um ambiente caracterizado por condições de grande instabilidade, resultante do facto de constituir um habitat de interface entre o meio marinho e o meio terrestre. Devido à alternância de submersão e exposição ao ar, os organismos marinhos que habitam esta zona são obrigados a suportar condições extremas, estando sujeitos a grandes variações de salinidade e temperatura da água, e a exposição solar direta. Estes locais estão, também, geralmente sujeitos a um forte hidrodinamismo durante os períodos de maior agitação marítima. Sobreposto a estes padrões temporais de variação das condições físico-químicas, ocorre um gradiente de variação espacial, decorrente do elevado grau de fragmentação da plataforma rochosa em poças, canais e fendas na rocha.

Estabelece-se assim uma forte zonação que afeta profundamente a distribuição dos organismos e uma multiplicidade de microhabitats que contribuem para a grande heterogeneidade e diversidade das comunidades das plataformas rochosas da zona entre-marés. Todas estas condições exigem aos organismos presentes respostas adaptativas muito características, nomeadamente estratégias de resposta à dessecação e à necessidade de fixação ao substrato.

Finalmente, devido ao seu fácil acesso, estes locais estão sujeitos a uma forte pressão humana, não só pela enorme afluência de pessoas durante os períodos balneares, como pelo intenso esforço de captura de organismos com fins alimentares, durante todo o ano.

Todos estes fatores, nomeadamente a riqueza biológica, a diversidade de adaptações presentes e a vulnerabilidade à ação humana que estes locais apresentam, tornam as plataformas da zona entre-marés, recursos de enorme interesse pedagógico, onde se podem explorar questões ligadas a uma enorme variedade de temáticas, nomeadamente relacionadas com a física, a química, a biologia, a geologia, a ecologia, e questões ambientais, podendo assumir-se como verdadeiros laboratórios naturais.

4.3. Participantes

No âmbito das tarefas aqui apresentadas foram envolvidos seis professores e 192 alunos do 1º ciclo do ensino básico, de quatro escolas, duas escolas públicas e duas escolas privadas. Uma das professoras (Irene) realizou três das tarefas propostas, duas com a mesma turma de alunos (do 4º ano) e uma com outra turma de alunos (3º ano). Na tabela 1 é apresentada a distribuição dos alunos por cada uma das tarefas consideradas.

Tabela 1. Participantes em cada tarefa (Nota: Os nomes atribuídos aos professores são fictícios).

| Investigação | Visita de estudo | Número de alunos | Ano de escolaridade | Professor | Escola |
|--|---|------------------|---------------------|-----------|-------------|
| 1) <i>Diversidade e Adaptações</i> | Mercado de peixe | 25 | 3º ano | Irene | A (Pública) |
| 1) <i>Diversidade e Adaptações</i> | Aquário Vasco da Gama | 25 | 4º ano | Irene | A (Pública) |
| 1) <i>Diversidade e Adaptações</i> | Zona entre-marés | 24 | 3º ano | Inês | B (Pública) |
| 2) <i>Aquecimento global e Oceanos</i> | Laboratório Marítimo da Guia | 26 | 4º ano | António | C (Privada) |
| | | 25 | 4º ano | Mónica | |
| 2) <i>Aquecimento global e Oceanos</i> | Laboratório Marítimo da Guia | 21 | 4º ano | Raquel | D (Privada) |
| | | 21 | 4º ano | João | |
| 3) <i>O Sonho do Rei D Carlos</i> | Aquário Vasco da Gama Museu de Marinha | 25 | 4º ano | Irene | A (Pública) |

4.4. Métodos de recolha de dados

Com o objetivo de compreender por um lado, o impacto das tarefas de investigação nas aprendizagens dos alunos, nomeadamente na aquisição de conhecimento científico relacionado com cada temática envolvida e no desenvolvimento de competências de investigação, e por outro, de compreender qual a avaliação que tanto os alunos como os professores fazem das tarefas, tendo em conta as suas potencialidades e limitações, realizou-se a recolha de dados, durante o processo de implementação de cada tarefa. Esta recolha foi realizada com base em quatro métodos: inquérito por entrevistas a alunos e professores, inquérito por questionário

aos alunos envolvidos, recolha e análise de documentos escritos (dos professores e dos alunos) e observação participante das aulas.

4.4.1. Entrevistas

Foram realizados dois tipos de entrevistas, a alunos e professores, no final do desenvolvimento de cada tarefa. Ambas as entrevistas visaram recolher informação sobre as perceções, vivências, dificuldades dos professores na implementação das tarefas e dos alunos na sua realização.

a) Entrevista aos professores

As entrevistas aos professores foram semiestruturadas e visaram recolher informação sobre:

- Apreciação crítica (adequação ao currículo/nível etário dos alunos).
- Implementação das tarefas (expectativas, dificuldades, mudanças introduzidas, aspetos positivos, recomendações).
- Aprendizagens/competências envolvidas/mais-valia da tarefa.
- Reações dos alunos (envolvimento, satisfação, aprendizagem).
- Implicações na prática letiva.
- Perspetivas em relação ao futuro (reutilização das tarefas).

b) Entrevista aos alunos

Foram realizadas entrevistas a pares/grupos de alunos. Estas entrevistas visaram recolher informação sobre:

- Relevância das atividades.
- Tipo de aprendizagens realizadas.
- Características inovadoras das atividades.
- Dificuldades sentidas.

4.4.2. Questionários aos alunos

O questionário foi constituído por 49 afirmações (itens), agrupadas em seis grupos, que permitem recolher informação sobre:

- Apreciação geral das atividades.
 - Aspetos mais apreciados.
 - Aspetos que dificultaram o desenvolvimento das atividades.
- Contributo para a aprendizagem de ciência.
 - Conhecimento científico.
 - Conhecimento processual.
 - Aspetos que facilitaram a aprendizagem.
- Contributo para a compreensão sobre a importância da ciência.

Para cada afirmação, o aluno teve que escolher se concorda ou discorda.

4.4.3. Documentos escritos

Foram recolhidos dois tipos de documentos: um respeitante ao professor (notas sobre a aplicação das tarefas), e outro respeitante aos alunos (essencialmente relatórios escritos no âmbito das tarefas realizadas; trabalhos realizados).

a) Notas sobre a aplicação das tarefas

Este instrumento consistiu numa ficha que os professores preencheram por escrito durante ou no final da implementação de cada tarefa. Esta ficha visou recolher informação específica sobre o modo como foram implementadas as tarefas (ex., orientações fornecidas, número de aulas, tipo de estratégia, material utilizado, modificações introduzidas, dificuldades), recetividade dos alunos e apreciação geral.

b) Trabalhos de alunos

Foram analisados todos os documentos produzidos pelos alunos (textos escritos, desenhos, apresentações) durante e no final de cada atividade por eles realizada, nomeadamente, fichas de trabalho sobre a atividade experimental, diários de bordo, fichas de identificação de organismos, proposta de consciencialização.

c) Teste de competências para o aluno (pré-teste e pós-teste)

No caso da tarefa *Aquecimento global e oceanos*, foi também aplicado um teste escrito de avaliação de competências antes e após a sua realização (pré- e pós-teste), com o objetivo de avaliar as aprendizagens realizadas no que diz respeito ao impacto das alterações climáticas nos oceanos.

4.4.4. Observação participante

Um dos elementos da equipa do projeto deslocou-se à escola para observar a(s) aula(s) nas quais as tarefas foram implementadas, tendo assim oportunidade de observar o envolvimento dos alunos nas respetivas atividades, a forma como se organizavam, bem como os resultados finais do seu trabalho. Teve oportunidade, também, de observar o modo como os professores se apropriaram das tarefas e organizaram os materiais e estratégias de ensino e aprendizagem utilizadas. Um aspeto adicional relevante foi a possibilidade do elemento da equipa poder interagir de modo informal, quer com alunos quer com professores de forma a compreender alguns comportamentos, interações, dificuldades e outros aspetos observados no decorrer das sessões. Além disso, realizou um trabalho colaborativo com o professor no sentido de ajudar a produzir materiais de apoio que o professor sentisse necessidade de utilizar com os alunos no decorrer das próprias atividades.

5. Impacto nas aprendizagens dos alunos

5.1. Investigação 1: Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés

5.1.1. Perspetiva dos alunos

Apreciação geral das atividades

Para o conjunto das três atividades analisadas (consoante a visita de estudo realizada), verifica-se que a maioria dos alunos ($n=74$) gostou das atividades (98,6%), considerando-as fáceis (94,6%). Os aspetos salientados foram a possibilidade de trabalhar em grupo (90,5%), de apresentar resultados (66,2%) e de utilizar dados reais no desenvolvimento das atividades (60,8%), tanto pela pesquisa bibliográfica como pelos dados recolhidos na visita de estudo. Estes resultados foram corroborados nas entrevistas ($n=16$), nas quais os alunos afirmaram ter gostado das atividades. Destes alunos, nove preferiram a visita de estudo e as atividades experimentais, cinco preferiram as atividades de pesquisa bibliográfica (especialmente na Internet) e a construção do bilhete de identidade do organismo estudado, e dois afirmaram gostar de todas as atividades. Relativamente ao trabalho de grupo, apenas um dos alunos entrevistados admitiu não gostar de trabalhar em grupo, afirmando que “... gosto de fazer as coisas sozinho (...) à minha maneira, mas em grupo temos que concordar todos” (Entrevista, 3º ano, escola B).

No que diz respeito às dificuldades sentidas, a totalidade dos alunos afirmou que as maiores dificuldades se relacionaram com a pesquisa bibliográfica em livros e enciclopédias (47,3%), a tomada de decisão no que diz respeito à forma como organizaram o seu trabalho (40,5%), e ainda com a necessidade de tirar conclusões (33,8%).

Orientar a pesquisa (...) ir buscar à Internet as informações importantes, e depois saber quais eram as mais importantes (Entrevista, 3º ano, escola B).

Pesquisar as características dos animais para encontrarmos o que precisávamos (Entrevista, 4º ano, escola A).

Aos alunos que desenvolveram a atividade na praia acresceram ainda dificuldades na realização de observações (45,8%) e em ter que identificar um problema (45,8%). No caso dos alunos envolvidos na atividade realizada no Aquário Vasco da Gama, além das dificuldades mencionadas acima, assinalaram também problemas com a análise e seleção de informação relevante (36,0%).

Impacto das atividades na aprendizagem

No que diz respeito à aquisição de conhecimentos científicos, a análise dos questionários revela que a maioria dos alunos considera que as atividades permitiram desenvolver uma maior compreensão acerca dos conceitos científicos envolvidos (65%), e que as atividades promoveram a aprendizagem de conhecimento científico útil para o dia-a-dia (50%), ajudando a compreender a necessidade de estudar ciências (54%).

A análise dos trabalhos realizados pelos alunos e das suas interações durante a realização das atividades, indica que todos os grupos conseguiram atingir os objetivos propostos, tendo adquirido conhecimentos acerca das adaptações dos peixes ao habitat e modo de vida, e também sobre as espécies que habitam a zona entre-marés, e os fatores que condicionam a sua distribuição, tal como se pode observar nos seguintes excertos de diálogos ocorridos nas aulas:

| | |
|--------------------|---|
| Professora: | Se vos disser algumas características dos peixes, o que vocês poderão deduzir acerca do seu modo de vida? |
| Aluno A: | Podemos saber o seu habitat! |
| Professora: | Se for achatado e tiver os olhos em cima... |
| Aluno B: | O peixe vive no fundo! |
| Professora: | Se for fusiforme, com um olho de cada lado... |
| Aluno C: | O peixe não vive no fundo, deve viver na coluna de água. |

(3º ano, escola A)

| | |
|--------------------|--|
| Professora: | O que aprendemos acerca do comportamento deste organismo (anémone)? |
| Aluno A: | Que a anémone pode estar fora de água por algum tempo, mas tem de se fechar para conservar a água até a água voltar. |
| Aluno B: | Quando se quer alimentar, lança um líquido pegajoso para o peixe...e assim consegue comê-lo. |
| Aluno C: | É mais ou menos assim: Ela usa os tentáculos, e os tentáculos são venenosos. |
| Professora: | Então e acerca dos caranguejos e das lapas? |
| Aluno D: | São invertebrados porque não têm esqueleto interno. Os caranguejos usam as pinças para atacar e defender-se. |
| Aluno E: | As pinças não servem só para atacar e defender, mas também para escavar. |
| Aluno F: | Na maré-baixa, os caranguejos vão para sítios mais fechados para manter a humidade. |
| Aluno G: | As lapas, quando querem comer, movem-se nas rochas. |
| Aluno H: | Normalmente, quando a maré está baixa as lapas agarram-se às rochas. É quase impossível arrancá-las. Mas quando a maré sobe, elas mexem-se para comer. |

(3º ano, Escola B)

Nas entrevistas, os alunos assinalaram diferentes aspetos que aprenderam, consoante as visitas de estudo em que estiveram envolvidos. Aqueles que foram ao mercado mencionaram aspetos relacionados com as adaptações morfológicas dos peixes, mas também aspetos relacionados com a conservação de espécies e habitats:

Aprendemos a palavra fusiforme, e a parte física do peixe.

Um peixe flutua dentro de água por causa da bexiga-natatória cheia de ar.

Aprendemos que os peixes são diferentes conforme o habitat onde vivem.

Mudou o meu comportamento para com os peixes. Respeitar os peixes, não comer os peixes pequenos.

Não podemos comer os peixes pequenos porque qualquer dia ficamos sem peixes, levamos os peixes à extinção. Se matarmos carapaus pequeninos, não deixamos os peixes desenvolverem-se.

Certos peixes podem viver em certos locais que o ser humano pode destruir... não se deve destruir ou alterar o habitat dos peixes, senão começam a entrar em extinção.

Por exemplo, se destruirmos um habitat do fundo do mar, já não podemos ter peixes do fundo do mar, só os de alto mar. E se matarmos os de alto mar, já não temos peixe para comer.

(Entrevista, 3º ano, Escola A)

Os alunos que realizaram a visita ao Aquário Vasco da Gama adquiriram conhecimentos relativos às principais espécies que habitam as plataformas de rocha e praias arenosas das zonas entre-marés, e compreenderam algumas das adaptações que lhes permitem sobreviver nos ambientes que os rodeiam:

A estrela-do-mar quando está maré vazia fica agarrada à rocha. Quando está maré cheia, elas, muito devagarinho, deslocam-se para dentro de água.

Os linguados camuflam-se com a areia. Porque ele é da cor da areia, e por isso os inimigos não o conseguem ver.

Aprendi que as minhocas construíaam os tubos nas rochas, que eram onde elas se refugiavam.

Não sabia que a anémone encolhia os braços para reter a água. O mexilhão, não sabia que ele se fechava para reter a água, e também das estrelas-do-mar, que faziam as trocas gasosas através dos pés.

(Entrevista, 4º ano, Escola A)

Finalmente, os alunos que realizaram a visita à zona entre-marés também mencionaram aspetos relacionados com a biodiversidade marinha e respetivas adaptações:

Eu não sabia que numa praia poderia existir organismos que conseguiam respirar cá fora durante muito tempo.

Eu não sabia que existiam pepinos-do-mar! E também não sabia que havia algas castanhas e vermelhas!

Aprendi sobre animais que não conhecia, como é que eles viviam, o que é que eles comiam... eu não sabia!

(Entrevista, 3º ano, Escola B)

Para além do conhecimento científico, os alunos no seu conjunto, mencionaram também aprendizagens relacionadas com algumas competências de investigação, nomeadamente a pesquisa de informação *“Eu acho que me ajudou porque ... podemos tirar informação da internet, da wikipédia, e também podemos utilizar os livros.”* (Entrevista, 4º ano, Escola A).

No que diz respeito aos aspetos que poderão ter facilitado a sua aprendizagem, nos questionários os alunos assinalaram o trabalho em grupo (86,5%) e a ajuda dos colegas (81,1%) e do professor (56,8%). Para além disso, dependendo da atividade, foram também mencionados outros aspetos. No caso da visita ao mercado e ao Aquário vasco da Gama, salientaram também a importância da pesquisa em livros e outras fontes de informação (76,0% em ambos) e a utilização de dados reais no desenvolvimento da atividade (68,0% e 60,0%, respetivamente). No caso da visita à praia, foi assinalada a importância de colocar questões (58,3%), de realizar observações (54,2%), e de tomar decisões sobre a forma como organizam o seu trabalho (54,2%).

5.1.2. Perspetiva das professoras

As duas professoras envolvidas consideraram que as tarefas propostas são adequadas tanto ao currículo, como à faixa etária dos alunos, uma vez que *“foca conceitos e apela conhecimentos já trabalhados, e que vão ser aplicados e aprofundados”*, e porque *“toda a área de conhecimento e tarefas propostas se ajustam aos alunos”*. Ambas as professoras consideraram que os alunos demonstraram um grande interesse e empenho durante a realização das atividades. Outros aspetos assinalados pelas duas professoras foram a importância da observação direta na aprendizagem do aluno, e a aquisição de conhecimentos científicos atuais, o que parece ter contribuído para aumentar a motivação dos alunos pela aprendizagem das ciências.

Penso que a observação direta permitiu a corroboração de conceitos científicos e uma melhor assimilação dos mesmos (Professora Irene).

(...) Permitiu levar as crianças a perceber a adaptação dos vários organismos às diferentes condições ambientais apercebendo-se de várias das estratégias de sobrevivência de animais que habitam as rochas ou as areias. (Professora Irene)

Todas as atividades foram muito positivas para os alunos: eles desenvolveram um conjunto diversificado de competências e um conhecimento efetivo sobre os organismos da zona entre-marés, Além disso, promoveu não só a motivação para investigar mais aprofundadamente os organismos observados, mas também outros organismos que lhes despertaram interesse. A tarefa também serviu para trabalhar de forma interdisciplinar todas as áreas curriculares. (Professora Inês).

Finalmente, foi também referido pelas duas professoras o desenvolvimento de importantes competências científicas, nomeadamente a utilização de linguagem científica, o recurso a diversificadas fontes de informação (Internet, livros e/ou enciclopédias) e novas tecnologias (SCRATCH) para a pesquisa e apresentação de informação, e ainda a capacidade de discussão e apresentação de ideias.

A principal dificuldade assinalada pelas professoras relacionou-se com a falta de conhecimento científico específico sobre os temas propostos, dificultando por vezes a exposição de ideias e esclarecimento de dúvidas aos alunos, o que terá sido colmatado com a ajuda dos recursos disponibilizados para a implementação da atividade. Outro aspeto referido foi a limitação de tempo, visto que a escrita e correção de textos implicarem um grande dispêndio de tempo.

Resumindo, esta tarefa de investigação promoveu a aquisição de conhecimento científico, relacionado com a biodiversidade e adaptações das espécies, através da exploração de dados reais. Os alunos tiveram a oportunidade de assumir um papel extremamente ativo, tendo sido envolvidos em situações de observação, interpretação, justificação, discussão, explicação e argumentação. Por outro lado, os alunos sentiram que as atividades lhes permitiram interagir e trocar ideias entre si. De facto, estes dois aspetos, o trabalho de grupo e a utilização de dados reais, parecem ter atuado como facilitadores da aprendizagem e ter contribuído para a popularidade das atividades.

5.2. Investigação 2: Aquecimento global e oceanos

5.2.1. Perspetiva dos alunos

Apreciação geral das atividades

A análise dos questionários (n=93) mostra que a maioria dos alunos gostou das atividades (93,5%), embora alguns a tenham achado difícil (10,8%). Os aspetos que foram assinalados como tendo sido mais interessantes foram: o trabalho de grupo (78,5%), a visita ao laboratório (72%), a utilização de equipamento científico e material de laboratório (58,1%), ter de recorrer a conhecimento prévio (53,8%) e ter de apresentar os resultados (51,6%). A maioria destes aspetos foi também referida nas entrevistas realizadas (n=12):

Gostei de trabalhar em grupo, porque cada um tinha uma opinião, e tínhamos que discutir (Entrevista, 4º ano, escola C)

Gostei mais de ir àquele laboratório ver os animais. Gostei de tudo mas gostei mais disso. Gostei muito de ser chefe de grupo (Entrevista, 4º ano, escola C)

Apesar do trabalho em grupo ter sido muito valorizado, na entrevista alguns alunos (n=4) apontaram alguns problemas no funcionamento do grupo, principalmente relacionados com o facto de nem sempre se respeitar a opinião uns dos outros, “Gostei menos da forma como o meu grupo olhou para os outros e não respeitou as suas opiniões, como foi o meu caso. Estou a dizer uma opinião e os outros “Isso é estupidez!”.

As maiores dificuldades referidas pelos alunos no questionário foram ter de tirar conclusões (39,8%), tomar decisões (38,7%), identificar o problema (37,6%), e organizar o trabalho a realizar (36,6%).

Impacto das atividades na aprendizagem

No que diz respeito à aquisição de conhecimentos científicos, verifica-se que na sua generalidade os alunos desenvolveram uma maior compreensão acerca das questões relacionadas com as alterações climáticas e os seus efeitos nos oceanos. De facto, e analisando os resultados obtidos nos testes escritos (pré e pós-testes)

(n=79), verifica-se que na maioria das questões, as respostas corretas, assim como a linguagem utilizada, melhorou de forma significativa (Tabela 2). Por outro lado, verifica-se que o número de alunos que não respondeu às questões apresentadas é acentuadamente inferior no pós-teste (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados obtidos no pré_ e pós-teste (n=79). Questão 1 – Acidificação dos oceanos; Questão 2 – Degelo; Questão 3 – Degelo; Questão 4 – Subida do nível do mar; Questão 5 – Efeito da temperatura na distribuição dos organismos.

| Questão | Critério de correção | Pré-teste | | Pós-teste | |
|---------|----------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | | Frequência | Porcentagem | Frequência | Porcentagem |
| 1 | Resposta incorreta | 15 | 19,5 | 3 | 3,8 |
| | Resposta incompleta | 62 | 80,5 | 70 | 88,6 |
| | Resposta correta | 0 | 0 | 6 | 7,6 |
| | Não respondeu | 2 | 2,5 | 0 | 0 |
| 2 | Resposta incorreta | 30 | 44,1 | 21 | 26,9 |
| | Resposta incompleta | 36 | 52,9 | 56 | 71,8 |
| | Resposta correta | 2 | 2,9 | 1 | 1,3 |
| | Não respondeu | 11 | 13,9 | 1 | 1,3 |
| 3 | Resposta incorreta | 29 | 44,6 | 34 | 44,2 |
| | Resposta incompleta | 0 | 0 | 43 | 55,8 |
| | Resposta correta | 36 | 55,4 | 0 | 0 |
| | Não respondeu | 14 | 17,7 | 2 | 2,5 |
| 4 | Resposta incorreta | 28 | 57,1 | 39 | 69,6 |
| | Resposta incompleta | 19 | 38,8 | 11 | 19,6 |
| | Resposta correta | 2 | 4,1 | 6 | 10,7 |
| | Não respondeu | 30 | 38,0 | 23 | 29,1 |
| 5 | Resposta incorreta | 39 | 73,6 | 43 | 59,7 |
| | Resposta incompleta | 13 | 24,5 | 28 | 38,9 |
| | Resposta correta | 1 | 1,9 | 1 | 1,4 |
| | Não respondeu | 26 | 32,9 | 7 | 8,9 |

Os temas em que se observa um maior incremento no conhecimento revelado são a “acidificação dos oceanos” (questão 1), com um incremento de 7,6% de respostas corretas, e a subida do nível da água do mar (questão 3), com um total de 10,7% de respostas corretas (Tabela 2).

Para além do conhecimento científico, com estas atividades os alunos tiveram oportunidade de desenvolver algumas competências associadas ao trabalho

experimental. A análise das fichas de trabalho revela que todos os alunos foram capazes de realizar predições e realizar o registo dos dados de forma adequada (figura 4).

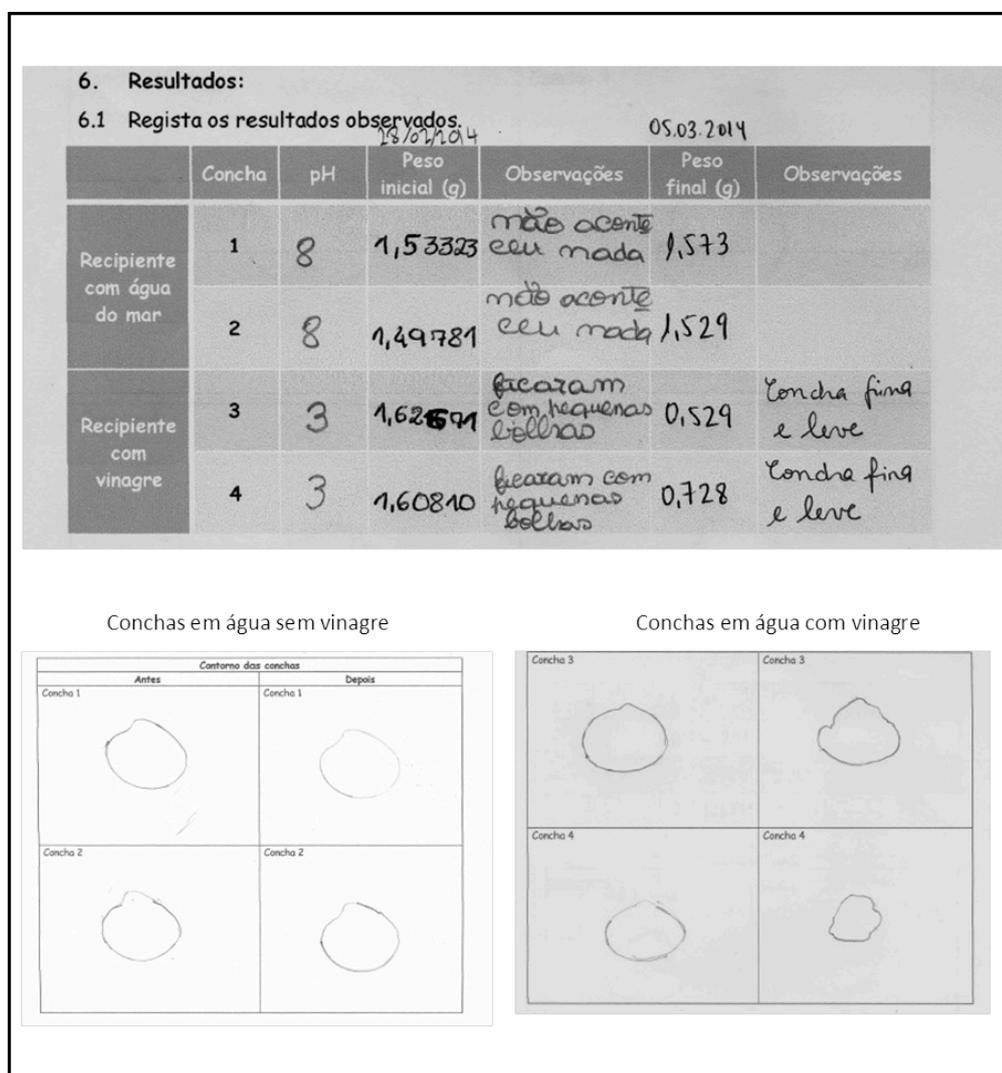


Figura 4. Exemplo de alguns registos realizados pelos alunos (tarefa 3 – efeito da acidificação nas conchas).

As fases onde se observaram maiores dificuldades, para além da atividade de tirar conclusões, que muitos alunos confundiram com as observações (ex. “O balão com ar rebentou e o balão com água não” (tarefa 1 – efeito da temperatura na água), foi na planificação experimental, necessária para a tarefa 2, onde apenas cerca de sete alunos (em 32) apresentou um plano experimental adequado. Na maioria dos casos as planificações não incluíram a questão do controlo, que neste caso seria a necessidade de também terem um copo apenas com água sem sal (figura 5). Por

último, os alunos revelaram uma boa compreensão das temáticas envolvidas em cada uma das atividades experimentais, já que na maioria dos casos (entre 41,9 e 84,4% de respostas corretas consoante as tarefas), interpretaram e responderam adequadamente à análise dos casos reais apresentados (“tarefa para pensar”).

No que diz respeito à atividade final de produção e apresentação dos cartazes, realizada em sala de aula, verifica-se que na sua maioria todos os grupos atingiram os objetivos pretendidos, elaborando cartazes que apresentaram as ideias fundamentais acerca de cada tema explorado, salientando-se a precisão e rigor da informação dos trabalhos apresentados. Assinala-se no entanto como aspeto menos conseguido a fase de apresentação do trabalho aos colegas, em que na maioria dos casos os alunos se limitaram a ler a informação disponibilizada, não promovendo grande interação com os colegas.

Nas entrevistas os alunos deram alguns exemplos das novas aprendizagens que realizaram:

Aprendemos que não devemos usar o carro para não poluir o ambiente com dióxido de carbono. (4º ano, Escola D)

(...) Que o dióxido de carbono polui a terra, e ela fica mais quente e os glaciares derretem... o nível do mar sobe e causa inundações... inundações nas ilhas e nas áreas costeiras. (4º ano, Escola D)

(...) O aquecimento global aumenta a temperatura dos oceanos e isto pode ser mau para os organismos que vivem lá. (4º ano, Escola D)

(...) Com a acidificação do oceano, as conchas podem ficar destruídas e os animais também podem morrer. (4º ano, Escola C)

(...) Quanto mais poluímos a terra, mais quente fica, é o efeito estufa. (4º ano, escola C)

(...) Que se os glaciares derreterem, não congelam de novo depois de se misturarem com a água. (4º ano, Escola D)

A) Exemplo de uma planificação experimental sem incluir a situação de controlo

5.1. Começa por planificar, em grupo, com base no material apresentado, uma experiência que te permita dar uma resposta à questão problema.

PASO I PASO II PASO III

MEXER A ÁGUA COM UMA COLHER

METER NO FRIGORIFICO e esperar 5 min.

B) Exemplo de uma planificação experimental que inclui a situação de controlo

5.1. Começa por planificar, em grupo, com base no material apresentado, uma experiência que te permita dar uma resposta à questão problema.

SAL copo copos

ÁGUA DOCE

ÁGUA DOCE

00:01
00:02
00:03
00:04
00:05
00:06
00:07
00:08
00:09
00:10
00:11
00:12
00:13
00:14
00:15
00:16
00:17
00:18
00:19
00:20
00:21
00:22
00:23
00:24
00:25
00:26
00:27
00:28
00:29
00:30
00:31
00:32
00:33
00:34
00:35
00:36
00:37
00:38
00:39
00:40

tempo

Congelador

Água • sal 5 colheres

Figura 5. Exemplo de alguns registos realizados pelos alunos (atividade 2 – testagem do efeito do sal na congelação a água).

Os aspetos mais referidos como tendo contribuído para a sua aprendizagem prendem-se com o terem trabalhado em grupo (64,5%), e terem realizado a visita de estudo (61,3%), aspetos que também foram assinalados como tendo contribuído para a apreciação das atividades. Para além disso, foram também mencionados aspetos relacionados com a ajuda dos colegas (58,1%) (“E se nos enganarmos, há colegas que nos podem ajudar a corrigir”) e do professor (47,3%), a utilização de conhecimentos prévios (46,2%) e tirar conclusões (46,2%).

5.2.2. Perspetiva dos professores

Todos os professores envolvidos (n=4) fizeram uma apreciação muito positiva da tarefa, tendo referido que os seus alunos gostaram particularmente da visita ao laboratório e de conduzir as experiências no local, *“Acho que sim, acho que gostaram de ir ao laboratório da Guia. O facto de estarem noutra sítio que não na escola a fazerem a atividade. Acho que foi o que gostaram mais.”*. No que diz respeito à adequação ao currículo e idade dos alunos, as opiniões divergiram. Dois dos professores consideraram que as atividades propostas para a concretização da tarefa poderiam ser melhor adaptadas, principalmente devido à dificuldade da temática e do vocabulário utilizado, que talvez fossem mais adequados a alunos mais velhos. Os outros dois professores consideraram que as atividades eram adequadas aos alunos envolvidos.

Como aspetos positivos, os professores referiram aspetos muito variados, nomeadamente a utilização de uma história como introdução ao tema, a atualidade da temática – alterações climáticas e as suas consequências ecológicas, e o envolvimento dos alunos em todas as atividades, tendo promovido a autonomia, participação, cooperação, o trabalho de grupo e competências de comunicação.

Para começar o estarem alerta para um tema para o qual não costumam falar sobre ele. Depois em termos de pesquisa e mesmo de organização do trabalho, ou seja, serem eles a fazer um trabalho sobre um tema sobre o qual não estão habituados e eles têm mesmo que ir procurar a informação. (Professora João)

Resumindo, esta tarefa promoveu a aquisição de conhecimento científico, relacionado com as alterações climáticas e o seu impacto nos oceanos e nos organismos marinhos, através da implementação de três atividades experimentais. No decorrer destas atividades os alunos tiveram a oportunidade de implementar diferentes fases associadas ao trabalho experimental, como sejam, a previsão, a planificação, a observação, o registo de dados, a interpretação dos dados obtidos e a conclusão. Os alunos sentiram que as atividades lhes permitiram interagir e trocar ideias entre si, para além de terem possibilitado o contacto direto com um laboratório de investigação, tendo sido exatamente estes dois aspetos, o trabalho de grupo e o desenvolvimento das tarefas num laboratório de investigação, que parecem ter

atuado como facilitadores da aprendizagem e ter contribuído para o gosto pelas atividades.

5.3. Investigação 3: O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade

5.3.1. Perspetiva dos alunos

Apreciação geral das atividades

Todos os alunos gostaram de realizar as atividades (n=18), e consideraram as mesmas de fácil realização (100%). As atividades de que mais gostaram de realizar foram o trabalho de grupo (94,4%), a apresentação dos resultados (66,7%) e a realização das visitas de estudos (66,7%). Considerando as respostas dadas pelos alunos nas entrevistas (n=5), os aspetos que tiveram maior impacto no desenvolvimento da tarefa foram exatamente as visitas de estudo (n=5) e a elaboração dos diários de bordo (n=3). De uma forma geral, os alunos afirmaram que a tarefa de investigação teve uma grande importância na sua aprendizagem e no seu conhecimento em ciência precisamente devido às diferentes atividades desenvolvidas durante a mesma, tal como se pode deduzir através das suas próprias palavras:

Aprender com visitas de estudo e com pessoas que sabem, e nos ajudarem é mais fácil. E depois fazemos o diário de bordo, e as várias propostas de trabalho e com a ciência torna-se mais giro e divertido (Entrevista, 4º ano, escola A).

Foi importante para eu ter mais conhecimento sobre (...) o rei D. Carlos I, e principalmente sobre as fossas abissais. Os tipos de peixes e organismos que lá vivem. E as suas características (Entrevista, 4º ano, Escola A).

Eu acho que foi importante porque fortaleceu o nosso conhecimento e esclareceu algumas curiosidades (Entrevista, 4º ano, Escola A).

É divertido e ao mesmo tempo ajuda-nos na aprendizagem! E a aprendizagem divertida é muito mais fácil. Os projetos são sempre assim mais divertidos e toda a gente gosta (Entrevista, 4º ano, Escola A).

Os alunos realçaram ainda que um dos aspetos de que menos gostaram foi o de terem de realizar pesquisas (n=3), pelo facto de existirem frequentemente distrações do tema principal com outros tópicos de pesquisa, e ainda pela dificuldade que têm em encontrar a informação que necessitam.

(...) Porque depois também começo a ver outras coisas. E também porque não sou muito bom a procurar na Internet. Por isso também não gosto... Nós queríamos cápsulas submarinas, e como escrevemos só cápsulas, só nos apareceu cápsulas do café e comprimidos! (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Eu não gosto de pesquisar porque por exemplo, se aparece alguma coisa diferente, uma vez que nós íamos a escrever, e íamos escrever peixe, e depois apareceu peixe-macaco por baixo. Não estava escrito mas eles puseram. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Eu também pus peixe-farol e apareceu faróis de Portugal. (4º ano, Escola A)

O mais difícil foi a pesquisa porque às vezes estávamos nos sites e não se encontrava a informação. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Estas dificuldades foram também assinaladas nas respostas aos questionários, onde se verificou que as principais dificuldades se relacionaram com a pesquisa de informação em livros e outras fontes de informação (61,1%), a necessidade de ter que analisar e seleccionar a informação existente (44,4%), e em ter que identificar um problema (44,4%). No entanto, e de acordo com o que foi referido pelos alunos, todas estas dificuldades foram ultrapassadas com a ajuda dos colegas e do professor. Na entrevista, alguns dos alunos mencionaram ainda algumas dificuldades em compreender a linguagem utilizada pelos guias durante a realização das visitas guiadas, afirmando que esta era por vezes demasiado complexa. No entanto, e mais uma vez, esta dificuldade parece ter sido superada com os esclarecimentos dados pelo professor.

Mas também tive dificuldade em perceber o que é que os monitores diziam... nas duas visitas... Eu tive que perguntar à professora muitas coisas. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Impacto das atividades na aprendizagem

A análise dos diários de bordo desenvolvidos pelos alunos indica-nos que os objetivos propostos para esta tarefa foram plenamente cumpridos. De facto, verifica-se que os alunos construíram conhecimento relativamente à importância do trabalho realizado pelo rei D. Carlos I, aos instrumentos de navegação e de pesca por ele utilizados e ainda sobre as características e adaptações dos organismos que vivem no oceano profundo. Este conhecimento terá sido desenvolvido, não só durante as visitas de estudo, como também pela pesquisa de informação realizada na Internet.

(...) E que a primeira pessoa em Portugal a fazer estudos com os animais das grandes profundidades, que começou a conservá-los e tinha uma coleção que até doou ao Aquário Vasco da Gama, foi o rei D. Carlos I. E foi muito importante porque foi um dos poucos reis muito culto. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

As pesquisas do rei D. Carlos I foram importantes porque descobriu novos peixes. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Eu aprendi sobre as várias embarcações usadas pelo rei D. Carlos I e pelos pescadores....que eram diferentes. Como é que eles pescavam, os instrumentos de pesca que usavam. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Não sabia que as características dos peixes do fundo do mar eram diferentes....lá há menos luz, maior pressão atmosférica, e a temperatura é mais baixa. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Esta tarefa permitiu que os alunos compreendessem também a importância que os trabalhos realizados pelo rei D. Carlos I tiveram para o conhecimento científico da altura, estando presente a ideia de evolução do conhecimento, importância da comunicação dentro da comunidade científica e a influência que a sabedoria dos pescadores teve para esse mesmo conhecimento.

Os cientistas diziam que não havia vida nas grandes profundidades, mas foi a partir principalmente do rei D. Carlos I e dos pescadores que se passou a saber que sim, que já havia vida. E passou a descobrir-se novas espécies. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Contrariando os cientistas, os pescadores já sabiam que existia vida

nos fundos porque pescavam peixes. E o rei D. Carlos I ajudou-os, e aproveitou os seus conhecimentos. Podia não saber muito bem algumas coisas sobre isso, mas aproveitou os seus conhecimentos para estudá-los, e para mostrar ao mundo que estava errado. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Porque transmitiu às outras pessoas, marinheiros e outros cientistas, que havia vida nas grandes profundidades. Porque toda a gente dizia que não. As pesquisas do rei D. Carlos I foram importantes porque descobriu novos peixes. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Porque ele deu as boas novas ao mundo. Transmitiu as suas descobertas que ainda não se sabiam. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

As observações diretas realizadas em sala de aula demonstraram não só uma grande capacidade de trabalho em grupo pela maioria dos alunos, como também a sua capacidade em tomarem decisões e organizarem o seu trabalho. No entanto, e apesar do trabalho em grupo ter sido muito importante para os alunos, existiram algumas complicações que dificultaram o desenvolvimento das atividades. A tomada de decisão entre os alunos tornou-se por vezes um obstáculo, nomeadamente quando os grupos eram constituídos por um número par de alunos, o que os levava sucessivamente a um empate, e por isso, estes recorriam frequentemente ao professor para os ajudarem na decisão.

A parte mais difícil foi concordarmos na proposta de trabalho que íamos fazer, depois decidir quem é que escrevia porque depois não queriam escrever e depois quem é que ia desenhar. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Quando não conseguíamos decidir alguma coisa íamos a votos. E como nós éramos quatro, às vezes votávamos dois num e dois noutro, e depois não se decidia. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

Finalmente, os alunos salientaram ainda que os aspetos que facilitaram a sua aprendizagem foram a ajuda dos colegas (88,9%), o trabalho em grupo (88,9%) e a realização das visitas de estudo (83,3%).

Foi mais fácil porque aprendemos diferentes coisas nas saídas de campo, depois porque trabalhámos em grupo, e em grupo tudo é

mais fácil. Podemos dividir as tarefas. (Entrevista, 4º ano, Escola A)
Mas imagina, como grupo, alguém tem uma dúvida, e depois não precisamos de ir à professora porque podemos perguntar aos nossos colegas a dúvida. (Entrevista, 4º ano, Escola A)

5.3.2. Perspetiva da professora

A professora considerou que a tarefa foi adequada tanto ao currículo, como à faixa etária dos alunos.

[A tarefa] foi plenamente conseguida quer para os alunos quer para o professor, pois foi possível atingir os objetivos pretendidos de forma construtiva. ... todas as tarefas surgem em articulação e num crescendo de interesse e de oportunidade contribuindo para que seja conseguida em pleno. (Professora Irene)

No que diz respeito à recetividade por parte dos alunos, a professora considera que houve uma grande abertura e aceitação, tanto na realização das visitas de estudo, como no desenvolvimento das atividades sugeridas, ou ainda na concretização dos trabalhos práticos.

A recetividade dos alunos não poderia ter sido melhor, uma vez que do primeiro ao último momento se mostraram interessados e empenhados, quer na análise a documentos, quer na observação aquando das visitas de estudo, na realização das tarefas propostas, na pesquisa, na sintetização dos conhecimentos e na elaboração dos trabalhos. (Professora Irene)

De acordo com a sua opinião, a implementação das atividades não apresentou dificuldades maiores, tendo mesmo para isso facilitado os recursos disponibilizados. É mencionado apenas que *“a calendarização prevista para a realização dos trabalhos em sala de aula não foi suficiente sendo necessário mais tempo para a boa consecução dos mesmos”*. De acordo com as observações diretas realizadas, a duração prolongada da atividade dependeu substancialmente das complicações ao nível da pesquisa bibliográfica e da discussão de ideias e tomada de decisões entre os grupos.

Relativamente ao impacto nos alunos, na opinião da professora, a tarefa permitiu que os alunos adquirissem não só conhecimentos científicos diversificados, como conhecimento acerca de alguns procedimentos científicos e sobre a evolução do conhecimento científico.

(...) A aquisição de conhecimentos acerca da diversidade da fauna marinha das grandes profundidades e dos diferentes instrumentos usados, ao longo dos tempos, nas pesquisas oceanográficas; a compreensão das adaptações dos organismos ao meio onde vivem; o conhecimento alcançado sobre o trabalho do Rei D Carlos como oceanógrafo; a perceção do trabalho dos cientistas e da sua importância para o conhecimento científico e a sua evolução; a importância da observação, do registo escrito e do desenho como forma de expressão e, por fim, a criatividade posta em prática na realização dos trabalhos finais. (Professora Irene)

(...) A partir de uma história/conto e de visitas de estudo com ele relacionadas, [os alunos] puderam adquirir, aprofundar e aplicar conceitos e conhecimentos científicos e tecnológicos, e em simultâneo perceber como se constrói o conhecimento científico. (Professora Irene)

(...) [Permitiu aos alunos] ter a perceção do trabalho dos cientistas e da sua importância para o conhecimento científico e a sua evolução. (Professora Irene)

Na sua opinião, permitiu ainda que os alunos desenvolvessem algumas competências sociais, tais como perseverança, autonomia e auto-confiança, e competências científicas, tais como competências de reflexão, discussão e argumentação.

(...) Verificou-se uma evolução muito significativa e positiva no comportamento dos alunos... eles progressivamente trabalharam muito mais rápida e facilmente, assimilaram os conceitos e conhecimentos, discutiram de forma empenhada, utilizando linguagem adequada e recorrendo a conceitos e conhecimentos anteriormente adquiridos, e envolveram-se nas várias atividades e no trabalho prático. (Professora Irene)

(...) Eles refletiram, combinaram saberes e fizeram inferências em situações onde ainda não dominam totalmente os conhecimentos. (Professora Irene)

(...) Partindo dos saberes já interiorizados e percebendo as relações entre algumas variáveis (fatores ambientais, características exteriores dos animais ou plantas, entre outros) os alunos demonstraram ser capazes de chegar de modo próprio ao conhecimento. (Professora Irene)

Finalmente, a professora assinalou ainda o crescente nível de motivação e interesse pelas aulas de ciência:

Naturalmente que alterou o comportamento futuro dos alunos na forma com veem e percecionam as aulas de ciência. A maioria dos alunos terá, futuramente, uma postura mais perscrutadora, mais ávida de saber/conhecer, de pesquisar, de observar, de compreender, de discutir e analisar e de aplicar. (Professora Irene)

Como comentário final, a professora considera ainda que esta tarefa teve impacto não só no seu conhecimento acerca do tema, mas também ao nível das suas próprias práticas.

(...) Desenvolvi e aprofundei conhecimentos, tal como os meus alunos, sobre os temas em estudo, nomeadamente sobre fauna marinha de grandes profundidades, sobre instrumentos de pesca e de pesquisa oceanográfica, entre outros. (Professora Irene)

(...) Confirmei a necessidade que os alunos têm de fazer por eles mesmos para adquirir e consolidar conhecimento e esta realização não se prende somente com trabalho prático, passa também pela observação, discussão e pesquisa. (Professora Irene)

A maior dificuldade sentida pela professora relacionou-se com a duração prevista para a realização da tarefa. De facto, apesar de terem sido previamente sugeridas quatro aulas (que inclui as aulas de preparação à visita e as aulas de consolidação), foram necessárias seis sessões para a realização de toda a tarefa.

Resumindo, esta tarefa promoveu um intenso e entusiástico envolvimento por parte dos alunos. De acordo com a opinião dos alunos e da professora, a realização das duas visitas e a sua integração com o trabalho desenvolvido na escola, não só facilitou a aprendizagem como a tornou muito mais divertida. Por outro lado, e mais uma vez, o facto dos alunos terem trabalhado em grupo parece ter promovido o desenvolvimento de competências complexas como o raciocínio, a tomada de decisão, e competências de inter-relacionamento, de cooperação, perseverança e autonomia. Durante as atividades realizadas os alunos desenvolveram não só conhecimento científico, acerca da biodiversidade e adaptações das espécies, como também aprofundaram a sua compreensão acerca da construção do conhecimento científico.

6. Considerações Finais

A contribuição das tarefas de investigação desenvolvidas para a promoção do gosto em aprender ciências foi um aspeto fortemente salientado pelos alunos. Além disso, a sua natureza prática, baseada na exploração de situações reais, em contextos fora da escola, através de trabalho de campo, visitas ao museu de ciência ou a laboratórios de investigação, foram os aspetos que mais contribuíram para a sua apreciação. Estes dados vão ao encontro do que tem sido referido por diversos autores (Bybee, 2001; Boaventura, Faria, Chagas & Galvão, 2013; Braund & Reiss, 2007; Faria, Pereira & Chagas, 2012b; Peterson & French, 2008; Tytler & Peterson, 2003) sobre a importância de criar diferentes oportunidades para o desenvolvimento de investigações, centradas numa grande diversidade de contextos, logo nos primeiros anos de escolaridade, tirando proveito da curiosidade e vontade de compreender o mundo natural, característico das crianças. As investigações sobre situações reais e a aprendizagem centrada em contextos com significado e interesse para a criança, colocando-a no centro da aprendizagem, promovem o seu envolvimento, encorajando a construção de novas ideias e de novos entendimentos (Murcia, 2007).

A utilização de contextos de aprendizagem que facilitam a autonomia da criança, permitindo que esta levante questões, assuma o controlo e tome decisões, promove e desafia a utilização e desenvolvimento de competências intelectuais complexas (Blenkin & Kelly, 1996). O desenvolvimento destas competências ser facilitado pelo trabalho de grupo. De acordo com Mercer, Dawes, Wegerif & Sams (2004), quando as crianças trabalham em grupo, envolvem-se em interações de maior simetria do que as que existem entre professor-aluno, o que favorece o desenvolvimento de competências de argumentação, raciocínio e explicação. Além disso, a cooperação que se estabelece entre as crianças, através do diálogo favorece a reconstrução e criação das suas próprias ideias, assumindo-se como uma ferramenta fundamental para a construção conjunta de conhecimento (Thurston *et al.* 2007).

Os resultados apresentados neste livro salientam a importância de desenvolver novas formas de ensino e aprendizagem no 1º ciclo que tenham em consideração as recomendações internacionais, que enfatizam entre outros aspetos, a importância

de desenvolver tarefas de investigação e a exploração de recursos fora da escola como contexto de aprendizagem (CE, 2007; DeWitt & Osborne, 2007; NRC, 2011). De facto, estes resultados contribuem para a ideia de que o currículo de ciências no 1º ciclo pode ser melhor gerido através de projetos de investigação que explorem outros contextos para além da sala de aula, promovendo a criação de situações que facilitem a construção de conhecimento mediado pela interação com os colegas, professores e outros elementos como os monitores dos museus e cientistas (Bell, 2001; Barab & Hay, 2001; CE, 2007; Krajcik & Czerniak, 2014; Milne, 2008; Osborne & Dillon, 2008).

Nas tarefas de investigação propostas neste projeto, pretende-se que os museus e outros recursos exteriores à escola, se assumam, e sejam assumidos pela escola, como locais onde a ciência pode ser explorada e trabalhada de uma forma integrada e contextualizada no mundo atual e futuro, potenciando o envolvimento dos alunos e a aprendizagem, através de atividades de investigação em contextos multidisciplinares, enquadradas em contextos reais e relevantes para o dia-a-dia (Black, 2005; Stocklmayer, Rennie & Gilbert, 2010).

Tendo em conta as principais ideias defendidas atualmente sobre a aprendizagem (Autio *et al.*, 2007; Hohenstein & Manning, 2010; Millar, 2006; Osborne & Dillon, 2008), nomeadamente que a aprendizagem é um processo que: (i) Envolve a ação do aluno e incorpora as suas escolhas pessoais; (ii) É facilitada quando são otimizadas as ligações entre as ideias já existentes e as novas ideias; (iii) Se desenrola num ambiente que promove o questionamento e que desperta a curiosidade e a vontade de investigar; (iv) É estimulada por novas experiências que levem ao reconhecimento de explicações mais adequadas aos fenómenos em observação do que aquelas que o indivíduo dispunha; (v) Envolve a partilha de ideias com os colegas e com pessoas mais experientes; (vi) É potenciada através da modelação dos comportamentos de aprendizagem evidenciados pelos colegas e adultos mais experientes, propõe-se que no trabalho a desenvolver pelo professor, o “fazer-sentido” para os alunos assuma o papel fundamental, assim como o conhecimento que estes já possuem, as suas vivências pessoais, interesses, motivação e as interações sociais com os outros membros do grupo. Pelo que se sugere que a visita surja de necessidades criadas pelo trabalho desenvolvido em sala de aula, constituindo-se como um recurso necessário para o início, desenvolvimento ou finalização da exploração de determinado tema, ou problema em investigação, fazendo parte de um processo permanente e contínuo de aprendizagem.

Tendo em conta que neste processo interagem de forma complexa fatores relacionados com intervenientes provenientes de instituições diferentes, possivelmente a força desta colaboração irá residir na possibilidade de intervenção de todos os atores envolvidos. Assim, a visita pode ser planificada em conjunto, com o envolvimento de todos, alunos, professor, monitor e/ou cientista, tendo em conta os recursos disponíveis e as questões levantadas pelos alunos.

Estes contextos oferecem condições chave para que o aluno possa construir um significado pessoal e se sinta recompensado em relação aos esforços de aprendizagem realizados, assumindo-se assim como locais que promovem a motivação intrínseca e o envolvimento sustentado (Bell *et al.*, 2009; Black, 2005; Braund & Reiss, 2004; Greco, 2007; Hein, 2006; Hooper-Greenhill, 2007). No sentido de potenciar estas características únicas, propõe-se que as estratégias subjacentes ao trabalho a desenvolver durante as visitas estejam associadas à promoção de uma certa autonomia por parte dos alunos, na qual são eles a gerar os seus próprios planos de aprendizagem, promovendo assim, competências de esforço, de avaliação e de flexibilidade na resolução de problemas e em lidar com novas situações.

Com esse objetivo, no decorrer da visita propõe-se o desenvolvimento de atividades de cariz investigativo relacionadas com questões reais, e a criação de momentos nos quais os alunos possam tirar partido não só da existência de um especialista na temática (nos recursos existentes) – o monitor e/ou o cientista e/ou outro conhecedor do local (caso dos vendedores de peixe do mercado) – tirando proveito dos seus conhecimentos e familiaridade com os recursos existentes, como também dos próprios contextos em si, através de uma exploração mais livre e orientada pelos próprios, em pequenos grupos no sentido de promover as interações e a partilha de observações, reflexões e aprendizagens.

Finalmente, a agenda do professor para a visita deveria incluir as intenções, objetivos de aprendizagem e práticas pedagógicas decisivas para a orientação e concretização do trabalho. O papel do professor será o de dar suporte e orientar todo o trabalho desenvolvido, assumindo-se como um garante do bom andamento dos trabalhos, facilitando e estimulando o questionamento, a discussão e a reflexão por parte dos alunos, e simultaneamente dando orientações precisas acerca do que é pretendido.

Pretende-se uma escola aberta ao meio em que se insere, onde se assuma e vivencie o prazer de ensinar e de aprender através da participação na escola de outros conhecedores e a valorização de outros saberes; é necessário que a escola se assuma como um espaço dinâmico em interdependência e interação com o meio, ou seja é necessário uma “escola ligada à vida” (Boutinet, 1990; Cavaco, 1992; Dewey, 1916; Kilpatrick, 1918), que promova a reconstrução crítica do saber já construído.

7. Referências

- Abel**, S.K., Anderson, G., & Chezem, J. (2000). Science as argument and explanation: inquiring into concepts of sound in Third grade. In J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science* (pp. 65-79). New York: American Association for the Advancement of Science.
- Acevedo-Díaz**, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Euraka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-6.
- Afonso**, A., & Gilbert, J. (2007). Educational value of different types of exhibits in an interactive science and technology centre. *Science Education*, 91(6), 967-987.
- Akinoglu**, K. (2008). Assessment of the inquiry-based project implementation process in science education upon students' points of views. *International Journal of Instruction*, 1(1), 1-12.
- Anderson**, D., & Lucas, K. B. (1997). The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation, *Research in Science Education*, 27(4), 485-95.
- Ash**, D., & Klein, C. (2000). Inquiry in the informal learning environment. In J. Minstrell, & E. van Zee (eds.), *Inquiry into inquiry learning and teaching in science* (pp. 216-240). Washington, CA: Corwin Press.
- Autio**, O., Kaivola, T., & Lavonen, J. (2007). Context-based approach in teaching science and technology. In E. Pehkonen, M. Ahtee, & J. Lavonen (Eds.), *How Finns learn mathematics and science* (pp. 202-214). Rotterdam: SensePublishers.
- Baptista**, M., Freire, S., & Freire, A. (2013). Tarefas de investigação em aulas de Física: Um estudo com alunos do 8.º ano. *Cadernos Pedagógicos*, 10(1), 137-151.
- Bamberger**, Y., & Tal, T. (2006). Learning in a personal context: Levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), 75-95.
- Barab**, S.A., & Hay, K.E. (2001). Doing science at the elbows of experts: Issues related to the science apprenticeship camp. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 70-102.
- Baram-Tsabari**, A., & Yaber, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803-826.

- Basu, S.J., & Barton, A.C.** (2007). Developing a sustained interest in science among urban minority youth. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 466-489.
- Bell, D.** (2001). Primary Science: challenges for the future. In M. Boo, & A. Randall (Eds.), *Celebrating a century of primary science* (pp. 126-130). Herts: Association for Science Education.
- Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A.W., & Feder, M.A.** (2009). *Learning science in informal environments: people, places and pursuits*. Committee on learning science in informal environments, National Research Council. Washington: National Academies Press.
- Black, G.** (2005). *The Engaging Museum. Developing Museums for Visitor Involvement*. London: Roulledge.
- Blatchford, P.** (1992). Children's attitudes to work at 11 years. *Educational Studies*, 18, 107-118.
- Blenkin, G., & Kelly, A.V.** (1996). *Early Childhood Education: A Developmental Curriculum*. London: Paul Chapman.
- Blumenfeld, P.C., Kempler, T.M., & Krajcik, J.S.** (2006). Motivation and cognitive engagement in learning environments. In R.K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 475-488). Cambridge: Cambridge University Press.
- Boaventura, D., Faria, C., Chagas, I., & Galvão, C.** (2013). Promoting science outdoor activities for elementary school children: Contributions from a research laboratory. *International Journal of Science Education* 35(5), 796-814. Doi: 10.1080/09500693.2011.583292.
- Botelho, A., & Morais, A. M.** (2003). O que fazem os alunos num Centro de Ciência – uma análise das interações com módulos científicos participativos. *Revista Portuguesa de Educação*, 16 (1), 157-192.
- Botelho, A., & Morais, A.** (2004). A aprendizagem de conceitos científicos em Centros de Ciência – um estudo sobre a interação entre alunos e módulos científicos participativos. *Revista Portuguesa de Educação*, 12(1), 5-23.
- Boutinet, J.-P.** (1990). *Antropologia do projecto. Epistemologia e Sociedade*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Braund, M., & Reiss, M.** (2004). *Learning science outside the classroom*. NY: Routledge Falmer.
- Bybee, R.W.** (1993). *Reforming science education: Social perspectives & personal reflections*. New York: Teachers College Press.
- Bybee, R.W.** (2001). Achieving scientific literacy: strategies for ensuring that free-choice science education complements national formal science education efforts. In J.H. Falk (Ed.), *Free choice science education, how we learn science outside of school* (pp. 44-63). New York: Teachers College Press.

- Bybee**, R.W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L.B. Flick, & N.G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 1–14). Dordrecht: Springer.
- Bybee**, R.W., & Legro, P. (1997). Finding synergy with science museums: Introduction to the National Science Education Standards. *ASTC Newsletter*, 25(2), 6–7.
- Cachapuz**, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: Contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa, *Revista de Educação*, IX (1), 69–78.
- Carlson**, I., Humphrey, G., & Reinhardt, K. (2003). *Weaving science inquiry and continuous assessment*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Cavaco**, M.H. (1992). *A educação ambiental para o desenvolvimento. Testemunhos e notícias*. Cadernos de Inovação Educacional. Lisboa: Escolar Editora.
- Chagas**, I. (1993). Literacia científica. O grande desafio para a escola. Comunicação apresentada no 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor. Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Comissão Europeia [CE]** (2004). *Europe needs more scientists. Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. Bruxelas: Autor.
- Comissão Europeia [CE] (2007)**. *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Bruxelas: Autor.
- Contini**, H., Rosenfeld, S., Moore, M., & Movshovitz-Hadar, N. (2004). Bridging school science with museum science: Learning about energy. *Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching Annual Conference*. Vancouver, Canada.
- Cossons**, N. (1993). Let us take science into our culture, *Interdisciplinary Science Reviews*, 18(4), 337–42.
- Cox_Peterson**, A.M., Marsh, D.D., Kisiel, J., & Melber, L.M. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a Museum of Natural History. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 200–218.
- Dewey**, J. (1916). *Democracy and Education*. New York: The Free Press.
- DeBoer**, G.E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582–601.
- 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.
- Díaz**, M.J.M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57–63.

- Driver**, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Duschl**, R.A. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education* (pp. 187-206). Philadelphia: Open University Press.
- Duschl**, R.A., & Grandy, R.E. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: framing the debates. In R.A. Duschl, & R.E. Grandy (Eds.), *Teaching scientific inquiry. Recommendations for research and implementation* (pp. 1-37). Rotterdam: Sense Publishers.
- Eschach**, 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.
- European Parliament & Council [EP&C] (2006)**. Recommendation of the European Parliament and of the Council on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, L 394, 10–18.
- Faria**, C., Freire, S., Galvão, C., Reis, P., & Baptista, M. (2012a). Students as risk of dropping out: how to promote their engagement with school science? *Science Education International*, 23(1), 20-39.
- Faria**, C., Pereira, G., & Chagas, I. (2012b). D. Carlos I de Bragança, a pionner of experimental marine oceanography: Filling the gap between formal and informal science education. *Science and Education*, 21, 813-826.
- Flick**, L., & Lederman, N. (2006). Introduction. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. ix-xvii). Dordrecht: Springer.
- Freire**, S., Faria, C., Baptista, M., Freire, A., & Galvão, C. (2013b). Wiki as a Tool for Engaging Students with a Science Problem Solving Activity. *Electronic Journal of Science Education*, 17(1), 1-24.
- Freire**, S., Faria, C., Galvão, C., & Reis, P. (2013a). New curricular material for science classes: How do students evaluate it? *Research in Science Education*, 43(1), 163-178.
- Freitas**, F., & Martins, P. (2005). Promover a aprendizagem das Ciências no 1ºCEB utilizando contextos de educação não formal. *Enseñanza de las Ciencias. VII congreso*.
- Falk**, J.H., & Dierking, L.D. (2000). *Learning from Museums: Visitors Experiences and their Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Galvão**, C., & Abrantes, P. (2005). Physical and natural sciences—a new curriculum in Portugal. In P. Nentwig, & D. Waddington (Eds.), *Making it relevant. Context based learning of science* (pp. 175–194). Münster: Waxmann Verlag
- Galvão**, C., Reis, P., Freire, A., & Oliveira, T. (2006). *Avaliação de competências em ciências: Sugestões para professores do ensino básico e do ensino secundário*. Lisboa: ASA.

- Galvão, C.;** Reis, P., Freire, S., & Faria, C. (2011). *Ensinar ciências, aprender ciências*. Porto: Porto Editora.
- Gaspar, R** (2012). O sonho do Rei D Carlos [The dream of the King D Carlos]. In Câmara Municipal de Sesimbra (Ed.), *Histórias d'ouvir e contar* (pp. 27-37). Sesimbra: Editor.
- Germann, P. J.** (1988). Development of the attitude toward science in school assessment and its use to investigate the relationship between science achievement and attitude toward science in school. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 689–703.
- Greco, P.** (2007). Science museums in a knowledge-based society. *Journal of Science Communication*, 6(2), 1-3.
- Griffin, J.** (2004). Research on students and museums: Looking closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(Suppl.1), S59–S70.
- Griffin, J., & Symington, D.** (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81(6), 763–779.
- Griffin, P., McGaw, B., & Care, E.** (2012). *Assessing and teaching for 21st century skills*. Dordrecht: Springer.
- Guimarães, S., & Boruchovitch, E.** (2004). O estilo motivacional do professor e a motivação intrínseca dos estudantes: Uma perspetiva da teoria da autodeterminação. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 17(2), 143-150.
- Hein, G.E.** (2006). Museum education. In S. MacDonald (Ed.), *A companion to museum studies* (pp. 340–352). London: Blackwell Publishing.
- Hodson, D., & Freeman, P.** (1983). The effect of primary science on interest in science: Some research problems. *Research in Science and Technological Education*, 1, 109–118.
- Hofstein, A., & Lunetta, V.N.** (2003). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
- Hofstein, A., & Rosenfeld, S.** (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. *Studies in Science Education*, 28, 87–112.
- Hohenstein, J., & Manning, A.** (2010). Thinking about learning: learning in science. In J. Osborne, J., & Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching. What research has to say* (pp. 68-81). NY: Open University Press.
- Holbrook, J.** (2008). Introduction to the Special Issue of *Science Education International* devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19(3), 257-266.
- Holbrook, J.** (2010). Education through science education for all. *Science Education International*, 21(2), 80–91.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M.** (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. DOI: 10.1080/09500690601007549.

- Holmes**, J.A. (2011). Informal learning: student achievement and motivation in science through museum-based learning. *Learning Environmental Research*, 14, 263-277.
- Holstermann**, N., Grube, D., & Bögeholz, S. (2010). Hands-on activities and their influence on student interest. *Research in Science Education*, 40, 743-757. DOI 10.1007/s11165-009-9142-0.
- Hooper-Greenhill**, E. (2007). *Museums and Education. Purposes, pedagogy, performance.* London: Routledge.
- Jarvis**, T., & Pell, A. (2002). The effect of the challenger experience on elementary children's attitudes to science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 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 Center. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Jenkins**, E. W., & Nelson, N. W. (2005). Important but not for me: students' attitudes towards secondary school science in England'. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41-57.
- Kilpatrick**, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record*, 19, 319-335.
- King**, H., & Glackin, E. (2010). Supporting science learning in out-of-school contexts. In Osborne, J., & Dillon, J. (Eds.), *Good practice in science teaching. What research has to say* (pp. 259-273). NY: Open University Press.
- Kisiel**, J. (2005). Understanding elementary teacher motivations for science fieldtrips. *Science Education*, 89(6), 936-955.
- Krajcik**, J. S., & Czerniak, C. L. (2014). *Teaching science in elementary and middle school: A project-based approach.* 4th ed. New York: Routledge.
- Laukenmann**, M., Bleicher, M., Fuß, S., Gläser-Zikuda, M., Mayring, P., & von Rhöneck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning in physics Instruction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489-507.
- Lederman**, N. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. Flick, & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education* (pp. 301-318). Dordrecht: Springer.
- Lemos**, M. S. (2005). Motivação e aprendizagem. In G. L. Miranda, & S. Bahia (Eds.), *Psicologia da Educação* (pp. 193-231). Lisboa: Relógio d'Água.
- Lyons**, T. (2006). Different countries, same science classes: students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28(6), 591-613.
- Lucas**, K. B. (2000). One teacher's agenda for a class visit to an interactive science center. *Science Education*, 84, 524-544.

- Martins, I. P., & Veiga, L. (2001).** Early Science Education: Exploring familiar contexts to improve the understanding of some basic scientific concepts. *European Early Childhood Education Research Journal* 9(2), 69-82. Doi: 10.1080/13502930185208771.
- Matthews, B., & Davies, D. (1999).** Changing children's images of scientists: can teachers make a difference? *School Science Review*, 80(293), 79-85.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004).** Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30 (3), 359-377.
- Milne, I. (2008).** Creative Exploration: Doing science in a primary school context. In R. Fitzgerald, & T. Nielsen (Eds.), *Proceedings of the sixth International Conference on Imagination & Education, Imaginative practice imaginative inquiry* (pp. 48-57). Canberra: University of Canberra.
- Millar, R. (2006).** Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998).** *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: Kings College.
- Murphy, C., & Beggs, J. (2003).** Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116.
- Muse, C., Chiarelott, L., & Davidman, L. (1982).** Teachers' utilization of field trips: Prospects and problems. *Clearing House*, 56, 122– 126.
- Murcia, K. (2007).** Science for the 21 st century: Teaching for scientific literacy in the primary classroom. *Teaching Science* 53 (2), 16-19.
- National Research Council [NRC] (2000).** *Inquiry and the National Standards in science education*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council [NRC] (2010).** *Exploring the intersection of Science Education and 21st century skills. A workshop summary*. Washington: National Academy Press.
- National Research Council [NRC] (2011).** *A framework for science education*. Washington: National Academy Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984).** **Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press.**
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE] (2003).** *The PISA 2003 Assessment Framework–Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. Final Report*. OCDE.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico [OCDE] (2006).** *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies. Policy Report*. OCDE.

- 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, 1097–1119.
- Osborne, J. (2010).** Science for citizenship. In J. Osborne, J., & Dillon (Eds.), *Good practice in science teaching. What research has to say* (pp. 46-67). NY: Open University Press.
- Osborne, J., & Collins, S. (2001).** Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus group study. *International Journal of Science Education*, 23(5), 441–467.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008).** *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: King's College London.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. (1985).** The generative learning Model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12, 59–87.
- Paris, S. (1997).** Situated motivation and informal learning. *Journal of Museum Education*, 22(2&3), 22–26.
- Pedretti, E.G. (2004).** Perspectives on learning through research on critical issues-based Science Center Exhibitions. *Science Education*, 88, 34-47.
- Peterson, S. M., & French, L. (2008).** Supporting young children's explanations through inquiry science in preschool. *Early Childhood Research Quarterly* 23 (3), 395–408. Doi: 10.1016/j.ecresq.2008.01.003.
- Piscitelli, B., & Anderson, D. (2001)** Young children's perspectives of museums' settings and experiences. *Museum Management and Curatorship*, 19(3), 269–82.
- Price, S., & Hein, G. E. (1991).** More than a field trip: Science programs for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13, 404– 519.
- Reis, P., & Galvão, C. (200).** Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1621-1633.
- Reis, P., & Galvão, C. (2006).** O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 213-234.
- Reisner, M., & Reed, S. (2011).** *SpongeBob – Uma aventura ecológica*. Sintra: Everest Editora.
- Sá, J. (1994).** *Renovar as práticas no 1º ciclo pela via das ciências da natureza*. Coleção Mundo de Saberes 10. Porto Editora, Porto.
- Sá, J., & Carvalho, G.S. (1997).** *Ensino Experimental das Ciências. Definir uma estratégia para o 1º ciclo*. Bezerra, Braga.
- Saldanha, L. 1996.** Explorações Submarinas. In D. Reis (Ed.), *D Carlos de Bragança – A Paixão do Mar* (pp 30–81). Lisboa: Parque Expo 98, Fundação da Casa de Bragança, Marinha Portuguesa

- Santos**, B. S. (1989). *Introdução a uma ciência pós-moderna* (2ª ed.). Porto: Edições Afrontamento.
- Schiefele**, V. (2012). Situational and individual interest. In K. Wentzel, & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 197-222). New York: Routledge.
- Schreiner**, C., & Sjøberg, S. (2004). ROSE—The relevance of science education. Oslo: Department of Teacher Education and School Development of University of Oslo.
- Schussler**, D.L. (2009). Beyond content: How teachers manage classrooms to facilitate intellectual engagement for disengaged students. *Theory into Practice*, 48, 114–121.
- 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.
- Stockmayer**, 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.
- Storksdieck**, M. (2001). Differences in teachers' and students' museum field-trip experiences. *Visitor Studies Today*, 4(1), 8–12.
- Swarat**, S. (2008). What Makes a Topic Interesting? A conceptual and methodological exploration of the underlying dimensions of topic interest. *Electronic Journal of Science Education*, 12(2), 1-26.
- Thijs**, M., & Verkuyten, J. (2009). Students' anticipated situational engagement: The roles of teacher behavior, personal engagement, and gender. *The Journal of Genetic Psychology*, 170(3), 268–286.
- Thurston**, A., Van de Keere, K., Topping, K.J., Kosack, W., Gatt, S., Marchal, J., Mestdagh, 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 Educational Psychology*, 5(3), 477-496.
- Tytler**, R., & Peterson, S. (2003). Tracing Young Children's Scientific Reasoning. *Research in Science Education* 33(4), 433–465.
- UNESCO (1999)**. *Science for the twenty-first century. A new commitment*. Disponível em: http://www.unesco.org/science/wcs/abstracts/I_7_education.htm [Retirado em Setembro de 2011].
- Wentzel**, K.R., & Watkins; D.E. (2002). Peer relationship and collaborative learning as contexts for academic enablers. *School Psychology Review*, 31(3), 366-377.
- Wigfield**, A., Tonk, S., & Klaude, S. (2012). Expectancy value theory. In K. Wentzel, & A. Wigfield (Eds.), *Handbook of motivation at school* (pp. 55-76). New York: Routledge.

White, R. T. (1988). Learning science. Oxford: Basil Blackwell.

Xanthoudaki, M. (2002). Introduction. In M. Xanthoudaki (Ed.), A place to discover: teaching science and technology with museums (pp. 5-13). Milão: Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia 'Leonardo da Vinci' and Socrates programme of the European Union.

Zhu, E. (2007). Interaction and cognitive engagement: An analysis of four asynchronous online discussions. *Instructional Science*, 34, 451–480.

PARTE II



| | |
|--|------------|
| I. Guião das tarefas implementadas | 81 |
| II. Exemplos de trabalhos realizados pelos alunos | 140 |
| Notas Biográficas | 154 |

I Guião das tarefas implementadas

Investigação 1. Diversidade e adaptação dos organismos da zona entre-marés

Documento para o aluno

A área da costa sujeita à influência do fluxo e refluxo das marés designa-se por Zona Entre-Marés. Aqui, são as marés que condicionam a vida, obrigando os seres vivos a uma notável capacidade de adaptação às bruscas variações ambientais. Apesar de serem todos organismos marinhos, sofrem os efeitos da dessecação provocada pela exposição ao ar na maré baixa. **Mas que organismos são estes e como conseguem sobreviver nestes locais?**

Para responder a esta questão, iremos fazer uma visita de estudo. Mas primeiro temos que preparar essa visita.

Nota: Esta atividade pode ser realizada pela visita a três locais distintos, a uma praia, a um mercado municipal (onde se realize a venda de peixe) ou ao Aquário Vasco da Gama. As atividades são em tudo semelhantes, diferindo apenas o trabalho a realizar durante a visita.

a) Praia

Preparação em sala de aula da saída de campo

Observa os seguintes vídeos que mostram imagens da zona entre-marés em diferentes partes do mundo:

<http://www.youtube.com/watch?v=ybPUcuVeMPO>

<http://www.youtube.com/watch?v=J9V6iTme9NU>

Com base nos vídeos planifica em grupo uma visita à zona entre-marés.

- Que organismos esperam encontrar?
- Serão organismos marinhos ou terrestres? Justifica a tua resposta

Deverás reunir o **material** que se encontra em baixo, que irá ser **necessário** para realizares a visita de estudo à praia, e para poderes observar os organismos que lá vivem.

- Botas de borracha ou sapatos de ténis velhos
- Camaroeiros de aquário
- Recipientes de plástico (tabuleiros de plástico)
- Lanterna
- Termómetro
- Cronómetro
- Guias de identificação dos organismos
- Máquina fotográfica

b) Mercado Municipal (Praça)

Começa por discutir, em grupo, algumas ideias que tens sobre os peixes.

- Que peixes conheces?
- Que peixes gostas de comer?
- Onde vivem?
- Como se alimentam?
- Como se reproduzem?
- Se fosses um peixe qual o peixe que serias?

Faz o desenho de um peixe e compara o teu desenho com o dos teus colegas.

Em grupo, discute sobre as seguintes questões:

- Será que todos os peixes são iguais? Têm todos a mesma forma?
- Que outras formas de peixes conheces?
- Porque têm os peixes formas diferentes?
- Será que existem outras diferenças no corpo dos peixes para além da forma?

Elabora, em grupo, uma tabela com características importantes que achas que os peixes têm. Compara-a com as tabelas de outros grupos.

c) Aquário Vasco da Gama

Devem ser visualizados os vídeos que constam na **secção a) praia**.

Com base nos vídeos tenta responder às seguintes questões:

- Que organismos esperas encontrar na zona entre-marés?
- Serão organismos marinhos ou terrestres? Justifica a tua resposta

Visita de Estudo

a) Praia

Quando chegares à praia, e estiveres munido com o material necessário, propomos-te um conjunto de passos.

1º Passo: Observa a plataforma rochosa e identifica os tipos de habitat presentes (ex. poças, rocha, fendas). Para observares os organismos podes capturá-los com a ajuda do camaroeiro e colocá-los nos tabuleiros com água. Claro que no fim da tua observação terás de os devolver ao local onde foram capturados.

2º Passo: Assinala os organismos que observas em cada um dos locais que identificaste. Para tal, identifica cada organismo com a ajuda do guia de identificação das espécies e fotografa cada uma das espécies observadas.

Dicas: Usa a lanterna para observares o interior das fendas. Procura observar poças de diferentes tipos (i.e., com diferentes tamanhos e/ou com fundo de areia ou de rocha).

3º Passo: Caracteriza estes diferentes locais (poças, três zonas da rocha, fendas) de acordo com as condições físico-químicas (presença/ausência de água, temperatura do ar, temperatura da água, tempo que demora a chegar a água).

b) Mercado Municipal (Praça)

Observa os diferentes peixes na praça. Procura preencher a tabela que se encontra em baixo para cada um dos peixes que observas. Pergunta às peixeiras onde vivem e o que comem.

| Local onde vive | Forma do corpo | Posição dos olhos | Barbatanas mais desenvolvidas | Posição da boca | O que comem | Nome do peixe |
|---------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|---------------|
| Junto ao fundo de areia | | | | | | |
| Junto ao fundo de rocha | | | | | | |
| Na coluna de água em mar alto | | | | | | |
| Na coluna de água junto à costa | | | | | | |

c) Aquário Vasco da Gama

De forma a perceber quais os organismos que vivem na zona entre-marés e quais as suas adaptações, vamos fazer uma visita de estudo ao Aquário Vasco da Gama. A visita é guiada por um responsável do Aquário, e a sessão pode variar, consoante o nível de ensino e/ou a faixa etária.

De volta à sala de aula

a) Praia

1ª Etapa: Como é a plataforma de rocha?

Uma vez chegados da visita de estudo à zona entre-marés, a primeira coisa a fazer é desenhar os diferentes locais onde observaste os organismos.

- Nas poças de maré;
- Nas três zonas da plataforma rochosa;
- Nas fendas nas rochas.

Para tal, juntamente com os teus colegas e o professor, desenha num papel de cenário a plataforma de rocha que visitaste, com os diferentes tipos de abrigos (fendas, poças, zona superior da plataforma, zona intermédia, zona inferior da plataforma).

2ª Etapa: Que organismos observaste em cada um destes locais?

Em grupo faz uma lista dos organismos que observaste e compara com os outros grupos. Identifica os locais onde observaste cada um dos organismos

- Que seres marinhos observaste dentro de água, nas poças de maré?
- Quais os organismos que encontraste nos buracos da rocha?
- E quais os que estavam em cada uma das zonas consideradas na plataforma rochosa?

Faz uma tabela com os locais que desenhaste e completa-a com os organismos observados.

Desenha cada um dos organismos que observaste na praia, ou procura imagens de cada um deles, e cola-os no papel de cenário que fizeste com a imagem da praia. Procura dar também a indicação da sua abundância.

3ª Etapa: Como se caracterizam os organismos que observaste?

Descreve os organismos que observaste, tendo em conta diferentes parâmetros, tais como locomoção, forma do corpo, presença/ausência de carapaça, presença/ausência de concha, tipo de apêndices locomotores, presença de tentáculos.

Tenta agrupar os diferentes organismos de acordo com as semelhanças e diferenças que apresentam. Pesquisa sobre cada espécie que observaste na praia e constrói o seu Bilhete de Identidade

Dicas:

No BI podes colocar informação sobre:

- O local onde observaste a espécie
- Se é um organismo móvel ou se vive agarrado à rocha
- A forma do corpo
- Como se alimenta

4ª Etapa: Que características (adaptações) permitem a estes organismos viverem numa zona sujeita ao movimento das marés?

Os organismos que observaste estão sujeitos a um longo período de emersão (durante o período de maré-baixa).

- Como será que um animal marinho pode sobreviver fora de água por um tempo?
- Será que é igual caso seja um animal com mobilidade ou um animal com pouca ou nenhuma mobilidade, como as cracas e os mexilhões?

- Que estratégias têm outros animais para se manterem húmidos, como os búzios?
- O que poderão fazer os organismos que se movem, como os caranguejos e os peixes? Onde os encontraste quando foste à praia?

Procura informações que te permitam compreender como é que cada organismo que observaste consegue resistir tanto tempo fora de água. Acrescenta essa informação ao BI que construístes.

b) Mercado Municipal (Praça)

1ª Etapa: Após regressares do mercado, faz uma pesquisa sobre a vida das espécies de peixes que observaste por forma a completar a tabela. Observa os peixes que trouxeste da praça. Com a ajuda da imagem fornecida no seguinte *site* (<http://volvox.cienciaviva.pt/Protocols/PDFs/meninapeixe.pdf>), desenha cada um dos peixes (exterior) e faz a sua legenda.

2ª Etapa: Ao comparares os dados que recolheste sobre as diferentes espécies, vais perceber com certeza que os peixes têm características distintas. Uns têm as barbatanas reduzidas (por exemplo a moreia ou a sarda) e outros têm-nas muito desenvolvidas. Uns têm escamas e outros não.

Porque razão existem estas diferenças? Para responderes a esta questão, constrói um **Bilhete de identidade** sobre algumas das espécies que investigaste.

Dicas: Na elaboração do BI podes colocar informação sobre:

- O local onde a espécie vive
- Se é um organismo móvel ou se vive agarrado à rocha
- A forma do corpo
- Como se alimenta

3ª Etapa: Com base nas observações e na pesquisa que realizaste, **procura identificar quais são as pistas chave**, ou seja, as características morfológicas que levam à conclusão acerca do modo de vida de cada espécie.

4ª Etapa: Com base no que aprendeste sobre cada um dos peixes, **inventa uma história** sobre a vida de um dos peixes que trouxeste.

5ª Etapa: Como é que é um peixe por dentro?

Com a ajuda do teu professor, observa o interior de um dos peixes que trouxeste da praça.

Nessa observação foi possível verificar que os peixes têm no seu interior um órgão – a **bexiga gasosa** – que está cheia de ar e não lhe permite ir ao fundo. Para perceberes o funcionamento da bexiga gasosa faz a seguinte experiência.

Experiência: Porque é que os peixes flutuam e não vão ao fundo?

Material

Tina de água

2 Balões

Berlindes

Procedimento

1. Enche a tina com água
2. Antes de continuares pensa no seguinte: Vais colocar dentro da tina dois balões, um vazio e com berlindes e um cheio de ar e com berlindes. O que pensas que vai acontecer? Escreve no teu caderno a tua hipótese sobre o que pensas que acontecerá a cada um dos balões assim que os colocares na tina com água.
3. Coloca agora dentro da tina o balão vazio de ar com 3 ou 4 berlindes no seu interior
4. Regista o que observas
5. Coloca dentro da tina o balão com 3 ou 4 berlindes e cheio de ar
6. Regista o que observas

Discussão

1. Supondo que o balão com ar representa a bexiga gasosa do peixe, o que podes concluir acerca da importância de os peixes terem este órgão?
2. Será que todos os peixes têm uma bexiga gasosa? Dá exemplos de peixes que não precisem desse órgão. Justifica a tua escolha.

Tarefa de opção: Construção de um novo *modelo* de peixe (*software Scratch*)

Constrói um peixe inventado por ti e apresenta-o aos teus colegas justificando o

desenho que fizeste de acordo com o local onde achas que ele vive (que forma tem o peixe, que tipo de barbatanas, qual a posição dos olhos, e da boca).

Por exemplo: imagina um peixe que vive junto à costa mas que voa. Como será a sua forma? Quais as características que apresentará?

c) Aquário Vasco da Gama

1ª Etapa: Como se caracterizam os organismos que observaste?

Descreve os organismos que observaste, tendo em conta diferentes parâmetros, tais como locomoção, forma do corpo, presença/ausência de carapaça, presença/ausência de concha, tipo de apêndices locomotores, presença de tentáculos.

Tenta agrupar os diferentes organismos de acordo com as semelhanças e diferenças que apresentam. Pesquisa sobre cada espécie que observaste na praia e constrói o seu Bilhete de Identidade

Dicas:

No BI podes colocar informação sobre:

- O local onde observaste a espécie
- Se é um organismo móvel ou se vive agarrado à rocha
- A forma do corpo
- Como se alimenta

Notas para o professor

Objetivos

Pretende-se com esta atividade contribuir para a construção de conhecimentos substantivos sobre as principais espécies que vivem nas plataformas de rocha da zona entre-marés, sobre a diversidade de peixes e as suas adaptações ao modo de vida e o habitat, e ainda para a compreensão da dependência dos organismos às condições ambientais que caracterizam os ambientes em que estes vivem.

Breve enquadramento científico

Zona entre-marés é o nome dado ao substrato litoral que fica exposta ao ar durante a maré-baixa e submersa com a subida da maré. Ou seja, à zona de substrato compreendida entre as linhas de máxima preia-mar (maré-alta) e mínima baixa-mar. Devido à alternância de submersão e exposição ao ar, os organismos marinhos que

habitam esta zona são obrigados a suportar condições extremas, alternando entre períodos de submersão e de emersão, nos quais estão sujeitos a grandes variações de salinidade e temperatura da água, e a exposição solar direta. Por outro lado, estes locais estão geralmente sujeitos a um forte hidrodinamismo durante os períodos de maior agitação marítima.

Todas estas condições exigem aos organismos presentes respostas adaptativas muito características, nomeadamente estratégias de resposta à dessecação e à necessidade de fixação ao substrato tais como: recolha dos tentáculos no caso das actínias; recolha do corpo para dentro das conchas no caso dos mexilhões que fecham duas valvas; no caso dos gastrópodes, fecham as conchas com o opérculo; inatividade no caso das lapas, que se fixam imóveis às rochas, e no caso dos caranguejos que se abrigam nas fendas.

As plataformas rochosas das zonas entre-marés são locais que apresentam uma enorme diversidade de organismos. Estes locais apresentam grande diversidade de habitats que podem servir de refúgio aos períodos de emersão, tais como as poças de maré, as fendas nas rochas ou os tapetes de algas. Por outro lado, as condições ambientais que caracterizam estes locais vão determinar a distribuição dos organismos com a sua capacidade de sobreviver nestas condições, observando-se a existência de uma zonação geralmente bem definida:

- **Zona superior (supralitoral):** Zona mais afastada da água do mar na maré-baixa. No período de preia-mar mantém-se emersa, apenas sofrendo o efeito de *spray* das gotículas de água. Estabelece a fronteira entre o domínio marinho e terrestre (zona de líquenes, como a *Verrucaria maura*, e pequenos gastrópodes, como o *Melaraphe neritoides*).
- **Zona intermédia (mediolitoral):** Zona sujeita aos períodos de alternância de emersão e imersão. Embora a natureza dos povoamentos varie em função do hidrodinamismo, em geral os primeiros organismos que se observam nesta zona são crustáceos cirrípedes (*Chthmalus* sp), que se estendem por toda a extensão desta zona. Na parte mais baixa do mediolitoral existem povoamentos densos de mexilhões (*Mytilus* sp), crustáceos cirrípedes (*Balanus* sp) e tapetes formados por várias espécies de

algas. Em toda a extensão desta zona encontram-se poças de maré, permanentemente repletas de água, com condições semelhantes ao andar inferior (enclaves do infralitoral)

– **Zona inferior (infralitoral):** Zona mais próxima do nível da água na maré-baixa, que apenas sofre pequenos períodos de emersão (com muitas algas vermelhas e estrelas-do-mar).

Os peixes são animais vertebrados, aquáticos, tipicamente ectotérmicos (a temperatura do corpo varia de acordo com a temperatura do ambiente onde se encontram), apresentam os membros transformados em barbatanas (ausentes em alguns grupos) sustentadas por raios ósseos ou cartilaginosos, guelras ou brânquias com que respiram o oxigénio dissolvido na água e, na sua maior parte, o corpo coberto de escamas. Estes organismos estão bastante bem adaptados ao meio aquático onde vivem, e a sua grande diversidade biológica reflete-se na imensa variedade de cores, formas e tipo de locomoção.

| Características morfológicas do corpo dos peixes | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|----------|
| Forma do corpo | Fusiforme | Alongada | Achatada |
| Posição da boca | Em baixo | Ao meio | Em cima |
| Posição dos olhos | Um de cada lado | Os dois em cima | |
| Barbatanas | Presença/ausência | Desenvolvimento de cada barbatana | |
| Revestimento | Escamas | Muco | |

Os peixes apresentam várias características morfológicas e fisiológicas que lhes permitem aproveitar da melhor forma os recursos disponíveis e adaptarem-se ao seu habitat e modo de vida. Alguns exemplos disso:

- Os peixes que apresentam uma forma **fusiforme** (por exemplo, o carapau ou o atum) apresentam uma grande capacidade natatória, o que lhes permite deslocarem-se rapidamente e percorrer grandes distâncias. Estes peixes vivem normalmente em mar aberto;
- Os peixes de forma **achatada** [por exemplo, o linguado e a solha (lateralmente) ou o tamboril (dorsoventral)] habitam normalmente no fundo do mar ou perto dele, apresentam uma grande capacidade de camuflagem (mimetismo) como forma de proteção dos predadores, barbatanas modificadas, e a posição dos olhos é normalmente em cima (assimetria).

— Os peixes de forma **alongada** (por exemplo a pescada) são excelentes predadores e habitam na sua maioria perto do fundo do mar.

Breve enquadramento curricular

Esta atividade encontra-se pensada para o **1º ciclo** podendo ser desenvolvida no âmbito da exploração das seguintes temáticas: **Bloco 3** - À descoberta do ambiente natural: Os seres vivos do seu ambiente (2º ano); Os seres vivos do ambiente próximo (3º ano); Aspectos físicos do meio local (3º ano); **Bloco 4** - À descoberta das inter-relações entre espaços: O contacto entre a Terra e o Mar (4º ano); **Bloco 6** - À descoberta das inter-relações entre a Natureza e a Sociedade: A atividade piscatória no meio local (3º ano); A qualidade do ambiente (4º ano).

Recomendações de implementação da atividade

Esta atividade pode ser realizada através de uma visita a uma plataforma rochosa da praia, de uma visita ao Aquário Vasco da Gama, de uma visita a um mercado municipal (praça), ou, no caso de estas não serem realizadas, através da visualização de um vídeo, estabelecendo a comparação desta zona com as observações das crianças durante as férias de praia, no Verão.

No caso de ser realizada a visita à **praia**, sugere-se que seja dada autonomia aos alunos para que, em grupo, explorem a plataforma rochosa e tomem as decisões sobre os procedimentos a realizar. Consoante as idades dos alunos, o professor poderá elaborar previamente uma ficha de registo a ser preenchida por cada grupo durante o trabalho na praia. Na aula de preparação da visita à praia deve ser criado um momento de reflexão acerca dos cuidados a ter pelo facto de irem observar organismos vivos e da necessidade de serem definidas algumas regras de conduta, nomeadamente:

- A captura de seres vivos deve ser evitada, privilegiando-se a observação direta nos locais (principalmente em relação aos organismos que vivem fixos às rochas)
- Em caso de manuseamento, após a observação, os seres vivos devem ser colocados nos locais onde foram recolhidos.

Leve os seus alunos a compreender as condições limitantes à vida dos organismos marinhos nos vários habitats descritos, durante a maré baixa, relacionando-as com o facto de serem seres marinhos e não terrestres. Crie uma situação que os leve

a levantar hipóteses sobre como fazem os organismos marinhos para se proteger durante o período de exposição ao ar para evitar a dessecação. Leve-os a concluir que os organismos marinhos para sobreviver ao período da maré vazia, tiveram que encontrar formas de reter a humidade para não perderem a água do corpo. À medida que vão surgindo respostas, leve os alunos a identificar as características do corpo ou do comportamento dos animais que lhes permitem suportar o período fora de água. Introduza o conceito de adaptação.

Nota: Introduza o conceito de habitat como sendo o sítio onde os organismos vivem, onde encontram comida e abrigo. Poderá comparar o habitat com o conceito de casa.

No caso de a visita ser realizada ao **Aquário Vasco da Gama**, e sendo esta guiada por um responsável da instituição, deverá apenas haver acompanhamento dos alunos durante a visita guiada de forma a esclarecer possíveis dúvidas. Consoante as idades dos alunos, o professor poderá elaborar previamente uma ficha de registo a ser preenchida por cada aluno durante a visita.

No caso de a visita ser realizada ao **mercado municipal**, esta atividade incide essencialmente em trabalho de pesquisa e observação e, consoante as idades dos alunos, o professor poderá elaborar previamente uma ficha de registo a ser preenchida por cada grupo durante a visita à praça.

No decorrer da observação e discussão sobre as diferentes formas dos peixes, sugere-se que o professor chame a atenção dos alunos para determinados aspetos, tais como: a forma, o revestimento, a posição da boca, a posição dos olhos, o número e tipo de barbatanas, a existência de apêndices, procurando que os alunos relacionem essas características morfológicas com a sua função, o modo de vida dos peixes e o seu habitat.

Para a disseção dos peixes que trouxeram da praça, seguir as instruções do *site* (<http://volvox.cienciaviva.pt/Protocols/PDFs/meninapeixe.pdf>). Neste caso será de evitar abrir peixes achatados, sendo aconselhável utilizar peixes de dimensões médias, como o carapau ou a dourada. Os principais órgãos que podem ser observados são as brânquias, o coração, o estômago, o intestino, os órgãos reprodutores, o rim e a bexiga gasosa.

Com a atividade experimental pretende-se simular a função da bexiga gasosa, pela comparação do comportamento de um corpo que possui bexiga gasosa (um balão com ar e com berlindes) com um corpo sem bexiga gasosa (um balão vazio

com berlindes). Sugere-se discutir com os alunos a necessidade de o número de berlindes ser igual para os dois casos.

Avaliação

A avaliação da atividade deverá basear-se em aspetos como:

- A compreensão dos termos e conceitos envolvidos;
- O rigor no registo dos dados;
- A clareza na comunicação da informação recolhida;
- A fundamentação das opiniões;
- A diversidade de fontes consultadas.

Competências envolvidas

De conhecimento substantivo, processual e epistemológico

- Desenvolver um conhecimento aprofundado acerca da distribuição das espécies na zona entre-marés e fatores que a condicionam e acerca da biodiversidade e adaptações dos peixes à vida aquática
- Comparar a distribuição das diferentes espécies ao longo da costa Portuguesa
- Utilizar fontes e meios diversificados (guias de campo, informática, pesquisa bibliográfica – livros e internet, desenho à vista, Internet, etc.)
- Utilizar metodologias de investigação em ecologia
- Compreender a importância da observação e do registo de dados em Biologia
- Capacidade de observação

De comunicação

- Utilizar linguagem científica
- Analisar e interpretar fontes diferentes de informação
- Apresentar e interpretar dados segundo diferentes formatos (tabelas, gráficos)
- Apresentar e discutir diferentes ideias
- Utilizar as novas tecnologias para a pesquisa e apresentação de informação.

De raciocínio

- Enunciar problemas
- Formular hipóteses
- Interpretar dados
- Fazer inferências
- Evidenciar possíveis interações

Atitudes

- Curiosidade
- Perseverança
- Criatividade
- Respeito pela evidência
- Rigor científico
- Respeito pela opinião dos outros

Referências úteis

Divulgação científica para crianças

- Bellamy**, D. 1990. O mundo em mudança. Junto do mar. Edições Desabrochar.
- Greenaway**, F. e Taylor, B. 1993. A vida no litoral. Editora civilização.
- Weber**, M. e Ferreira, A. 2001. Descobrir as poças de marés, Edições Afrontamento.

Guias de campo

- Campbell**, A. 1994. Fauna e Flora do Litoral de Portugal e Europa. Fapas.
- Dance**, S.P. 1996. Guia visual de conchas. Bertrand Editora.
- Fitzsimons**, C. 1992. Litoral e praias. Guia do jovem ecologista. Edição Contexto.
- Motta**, L., Prata, J. e Weber, M. 2002. Conhecer o litoral. Edições Afrontamento.
- Pinto**; B. Luís, C.; Vala, F.; Pereira, G.P. (coord.) 2010. Guia de Campo Dia B. 2010. BioEventos.
- Saldanha**, L. 1995. Fauna submarina Atlântica. Publicações Europa América.
- Weber**, M. (org) 1999. Guia de campo do litoral da praia da Aguda. Edições Afrontamento.
- Weber**, M. 1997. Aguda, entre marés, fauna e flora do litoral da praia da Aguda. Edições Afrontamento.
- Weber**, M., Ferreira, A. e Santos, A. 2002. Descobrir a praia. Edições Afrontamento.

Documentos de apoio

| | |
|--|---|
| <p>Nome do organismo: Anémone-do-mar (<i>Anemonia sulcata</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona inferior, próximo da água.</p> <p>Características: Vivem presas ao substrato por um pé adesivo. A boca é no centro do disco, contornado por tentáculos.</p> <p>Adaptações: Para minimizar as perdas de água durante a maré-baixa, reduz a superfície corporal exposta (visto não conseguir recolher os seus longos tentáculos)</p> <p>Alimentação: Pequenos peixes e crustáceos (zooplâncton)</p> | <p>Nome do organismo: Estrela-do-mar (<i>Marthasterias glacialis</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona Intermédia</p> <p>Características: A maioria das estrelas-do-mar têm cinco braços que se irradiam a partir de um disco central, onde se localiza também a boca. Movem-se por meio de pés ambulacrários.</p> <p>Adaptações: Redução da atividade; prendem-se às rochas para não serem arrastados</p> <p>Alimentação: Pequenos gastrópodes e mexilhões.</p> |
| <p>Nome do organismo: Ouriço-do-mar (<i>Paracentrotus lividus</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona Intermédia</p> <p>Características: Não tem olhos mas o corpo está coberto por células sensíveis à luz. Movem-se com a ajuda de pés ambulacrários.</p> <p>Adaptações: Redução da atividade; prendem-se às rochas para não serem arrastados.</p> <p>Alimentação: Essencialmente algas e invertebrados que raspa das rochas com os seus cinco dentes, localizados na superfície inferior do corpo (Lanterna de Aristóteles).</p> | <p>Nome do organismo: Lapa (<i>Patella sp.</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona intermédia</p> <p>Características: Concha cônica, vive fixa à rocha através do seu pé muscular que funciona como ventosa.</p> <p>Adaptações: Durante o período de maré baixa, vivem fixas às rochas, protegendo-se da desidratação e predadores. Durante a maré cheia deslocam-se para se alimentar, retornando geralmente sempre ao mesmo local.</p> <p>Alimentação: Algas, que remove por meio da rádula, raspando a rocha.</p> |
| <p>Nome do organismo: Mexilhão (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona Intermédia</p> <p>Características: Vive fixo às rochas por meio de uma estrutura que é o bisso, concha negra azulada.</p> <p>Adaptações: As duas valvas protetoras fecham-se durante a maré-baixa para armazenar água.</p> <p>Alimentação: Filtração de pequenas partículas orgânicas e pequenas algas (fitoplâncton).</p> | <p>Nome do organismo: Caranguejo (<i>Carcinus maenas</i>)</p>  <p>Local onde vive: Zona inferior e intermédia</p> <p>Características: Corpo protegido totalmente por uma carapaça, cinco pares de patas, sendo o 1º par transformada em fortes pinças.</p> <p>Adaptações: Toleram grandes variações de salinidade e temperatura; reduzem a atividade nos períodos de baixa-mar, permanecendo em zonas com algas ou debaixo de pedras.</p> <p>Alimentação: Bivalves, poliquetas, algas, ovos de peixe.</p> |

Nome do organismo:
Cracas
(*Chthamalus* sp.)



Local onde vive: Zona inferior e intermédia

Características: Constituído por exosqueleto calcificado composto por várias placas de forma cónica. No topo localiza-se o opérculo que abre e fecha quando a craca se alimenta e respira.

Adaptações: Vivem fixas ao substrato rochoso e em grandes grupos; em períodos de maré-baixa, de forma a evitarem a desidratação, fecham a sua concha (em forma de cone).

Alimentação: Filtração de pequenas partículas orgânicas e pequenas algas (fitoplâncton).

Nome do organismo:
Morango do Mar
(*Actinia equina*)



Local onde vive: Zona Intermédia (que inclui as poças de maré).

Características: Corpo cilíndrico com disco adesivo tipo ventosa que lhe permite a fixação ao substrato. Possui uma coroa com tentáculos retráteis.

Adaptações: Para minimizar as perdas de água recolhe os seus tentáculos para dentro do corpo.

Alimentação: Pequenos peixes, moluscos e crustáceos (zooplâncton).

Nome do organismo:
Caracol do mar
(*Phorcus* sp.)



Local onde vive: Zona intermédia e superior

Adaptações: Em períodos de maré baixa, vivem fixas ao substrato rochoso por meio do pé musculoso e têm também a proteção da concha. Em períodos de maré cheia, deslocam-se para se alimentar.

Alimentação: Vegetais em decomposição e algas por meio da rádula (raspagem).

Nome do organismo:
Banco de algas



Local onde vive: Zona inferior e intermédia

Adaptações: As algas variam na sua resistência à dessecação. As algas vermelhas são as menos resistentes à dessecação, seguidas das verdes e castanhas.

Alimentação: Autotróficas. Produzem energia a partir do processo de fotossíntese (por meio de cloroplastos).

Nome do organismo:
Marachomba
(*Lipophrys pholis*)



Local onde vive: Zona inferior e intermédia (poças de água e entre as algas)

Características: Pele coberta por muco, e apoiam-se nas barbatanas pélvicas.

Adaptações: Ausência de escamas ou escamas imbricadas; corpo de pequenas dimensões e comprimido ventralmente; barbatanas com raios fortalecidos; olhos em posição elevada.

Alimentação: Lapas, mexilhões, pequenos invertebrados e algas.

Nome do organismo:
Barroeira
(*Sabellaria alveolata*)



Local onde vive: Zona intermédia e inferior

Características: Poliqueta sedentário que vive em tubos dispostos em colónias construídos com grãos de areia e/ou fragmentos de conchas.

Adaptações: Os tubos evitam que haja a desidratação do poliqueta durante os períodos de maré baixa.

Alimentação: Fitoplâncton e matéria orgânica em suspensão. Alimenta-se por filtração.

| | |
|---|---|
| <p>Nome do organismo: Carapau</p>  <p>(<i>Trachurus trachurus</i>)</p> <p>Local onde vive: Vive em fundos de areia, entre os 100 a 200m de profundidade. Durante o dia permanece junto do fundo, mas à noite aproxima-se da superfície. Forma cardumes.</p> <p>Reprodução: Atinge a maturidade sexual a partir dos 2 anos. Atingem um tamanho máximo de 70cm. A fecundação é externa.</p> <p>Alimentação: Estritamente carnívoro. Alimenta-se de zooplâncton, outros peixes e cefalópodes.</p> | <p>Nome do organismo: Pescada</p>  <p>(<i>Merluccius merluccius</i>)</p> <p>Local onde vive: Habita em mar alto, entre os 30-500m de profundidade. Durante o dia mantém-se próximo do fundo, de noite aproxima-se da superfície para se alimentar.</p> <p>Reprodução: Atinge a maturidade sexual a partir dos 3 anos (machos) e 4 anos (fêmeas). Atingem um tamanho máximo de 70cm. A fecundação é externa.</p> <p>Alimentação: Espécie carnívora. Alimenta-se de outros peixes mais pequenos e crustáceos.</p> |
| <p>Nome do organismo: Sardinha</p>  <p>(<i>Sardina pilchardus</i>)</p> <p>Local onde vive: Habita águas costeiras, entre 15 a 50m de profundidade. No inverno habita águas mais profundas. Forma grandes cardumes.</p> <p>Alimentação: Espécie filtradora. Alimenta-se de pequenos crustáceos e algas do plâncton.</p> <p>Reprodução: Atinge a maturidade entre o 1-2º ano de vida. Fêmeas maiores têm uma época de desova mais extensa. A fecundação é externa.</p> | <p>Nome do organismo: Dourada</p>  <p>(<i>Sparus aurata</i>)</p> <p>Local onde vive: Espécie costeira, geralmente encontrada até aos 30m de profundidade. Vive solitária ou em pequenos grupos.</p> <p>Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de moluscos, crustáceos e outros peixes.</p> <p>Reprodução: É uma espécie hermafrodita, em que o macho pode mudar de sexo tornando-se fêmea. Atinge a maturidade sexual entre o 1-2º ano de vida. Atingem um tamanho máximo de 70cm. Fecundação externa.</p> |
| <p>Nome do organismo: Robalo</p>  <p>(<i>Dicentrarchus labrax</i>)</p> <p>Local onde vive: Vive em todos os tipos de fundo. Quando jovem forma cardumes, mas quando adulto é solitário. Suporta grandes variações de salinidade</p> <p>Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de outros peixes, crustáceos e moluscos.</p> <p>Reprodução: Atingem um tamanho máximo de 100cm. A fecundação é externa.</p> <p>Curiosidades: Apesar de solitários, por vezes os adultos podem juntar-se para atacar de forma coordenada cardumes de pequenos peixes.</p> | <p>Nome do organismo: Linguado</p>  <p>(<i>Solea vulgaris</i>)</p> <p>Local onde vive: Vive sobre fundos de areia. Desde a costa até profundidades de 200m. Durante o dia está enterrado no fundo e alimenta-se de noite.</p> <p>Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de organismos do fundo (crustáceos, poliquetas, moluscos).</p> <p>Reprodução: Reproduz-se no inverno. Atingem um tamanho máximo de 70cm. A fecundação é externa.</p> <p>Curiosidades: Nasceram com um olho em cada lado, mas quando crescem os olhos migram para um dos lados da cabeça.</p> |

Nome do organismo:
Tamboril



(*Lophius budegassa*)

Local onde vive: Vive junto ao fundo, desde a franja litoral até aos 500m de profundidade.

Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de peixes.

Reprodução: Reproduz-se entre março e junho. Atingem um tamanho máximo de 100cm. Fecundação externa.

Curiosidades: Atrai as presas movimentando o lóbulo carnudo da barbatana dorsal (no topo do primeiro raio) - ilício.

Nome do organismo:
Corvina



(*Argyrosomus regius*)

Local onde vive: Vive em fundo arenosos, até aos 200m de profundidade.

Alimentação: Carnívora. Alimenta-se de outros peixes e crustáceos.

Reprodução: Reproduz-se na primavera e verão. Atingem um tamanho máximo de 200cm. A fecundação é externa.

Curiosidades: Os machos produzem um som (grunhidos) característicos.

Nome do organismo:
Raia
(*Raja clavata*)



Local onde vive: Vive em fundos de areia. Muitas vezes estão enterradas na areia.

Alimentação: Carnívora. Alimentam-se de organismos do fundo, preferencialmente crustáceos.

Reprodução: Reproduz-se na primavera (Atlântico). Atinge um tamanho máximo de 105cm. Fecundação interna.

Curiosidades: Olhos em posição dorsal. As barbatanas peitorais surgem como uma extensão do corpo formando o corpo em forma de "disco".

Nome do organismo:
Solha
(*Pleuronectes platessa*)



Local onde vive: Vive em fundos de areia, até aos 200m profundidade.

Alimentação: Alimenta-se de organismos do fundo, como peixes, poliquetas e moluscos.

Reprodução: Atinge a maturidade sexual aos 5 anos de idade. Reproduz-se no inverno. Normalmente os indivíduos maiores têm 40 cm, mas a espécie pode atingir os 100cm. Fecundação externa.

Curiosidades: Os dois olhos encontram-se do lado direito da cabeça.

Nome do organismo:
Pata-roxa
(*Scyliorhinus canicula*)



Local onde vive: Vive em fundos de areia ou gravilha (até aos 400m de profundidade). É mais ativo durante a noite.

Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de organismos do fundo, como crustáceos e moluscos.

Reprodução: Atingem um tamanho máximo de 75cm. Reprodução interna.

Curiosidades: Os ovos estão cobertos por uma cápsula quitinosa acastanhada, retangular e alongada, com prolongamentos em cada um dos vértices que servem para fixar os ovos nas gorgónias ou noutros organismos fixos.

Nome do organismo:
Peixe-espada
(*Trichiurus lepturus*)



Local onde vive: Vivem em águas costeiras pouco profundas, nadando à superfície durante o dia, e no fundo durante a noite.

Alimentação: Carnívoro. Alimenta-se de peixes pequenos como a sardinha, moluscos e crustáceos.

Reprodução: Podem atingir um tamanho máximo de 120cm. Durante a primavera e verão formam grandes cardumes.

Curiosidades: Corpo extremamente alongado e comprimido, do tipo fita, boca grande e com dentes muito fortes, coloração prateada.

Investigação 2. Aquecimento global e os oceanos

Documento para o aluno

O aquecimento global é o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra causado pelas emissões humanas de gases com efeito de estufa. O aumento das temperaturas globais desencadeia várias alterações nos sistemas da Terra. Afetam os mares, provocando a elevação do seu nível, provocam mudanças nas correntes marinhas e na composição química da água, verificando-se por exemplo a acidificação dos oceanos. Prevê-se ainda uma importante alteração em todos os ecossistemas marinhos, com impactos na sociedade humana em larga escala. O Ártico é a região que está a aquecer mais rapidamente, verificando-se um progressivo derretimento das calotes polares, a profunda modificação das comunidades biológicas, com desaparecimento de espécies nativas e invasões em massa por espécies exóticas.

Preparação da saída de campo em sala de aula

Lê com atenção o livro “**SpongeBob: Uma aventura ecológica**” e, em grupo, procura responder às seguintes questões:

- O que foi falado no livro?
- Quais serão então os efeitos das alterações climáticas nos oceanos?
- Será que há mais consequências para além das referidas?

Visita de Estudo

De forma a tentarmos perceber melhor os efeitos e consequências do aquecimento global, vamos fazer uma visita ao **Laboratório Marítimo da Guia**, onde iremos realizar várias atividades experimentais que demonstram algumas das causas que provocam o aquecimento global nos oceanos. Estas atividades estão relacionadas com o efeito da temperatura na água, o degelo das zonas polares e a acidificação dos oceanos. Realiza as atividades propostas e preenche a ficha da atividade correspondente.

Experiência 1. Efeitos da temperatura na água

Nome: _____ Data: _____

1. Introdução:

As alterações climáticas provocadas pelo aumento do dióxido de carbono na atmosfera e consequente aumento da temperatura global têm vários impactos nos oceanos. Hoje vais fazer 3 experiências: uma sobre o efeito na temperatura, outra sobre o degelo e outra sobre a acidificação dos oceanos.



2. Questão problema:

O que acontece ao oceano à medida que a temperatura da atmosfera aumenta devido ao aquecimento global?

3. Previsões:

3.1 Antes de iniciares a experiência, regista o que pensas que acontece à temperatura da água como resultado do aquecimento global? (**assinala com uma cruz a opção que consideras correta**)

Aumenta

Mantem-se constante

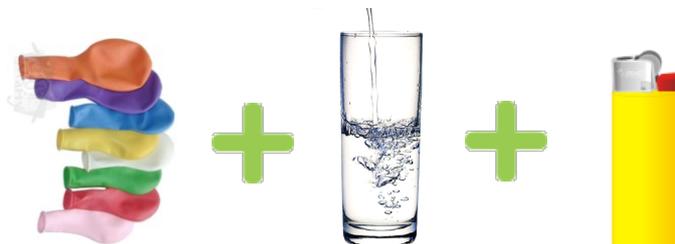
Diminui

Outra. Qual? _____

3.2 Agora, já podes realizar a experiência. Vê o material que precisas e faz como descrito no procedimento.

4. Material:

2 Balões Água 2 Copos 1 Isqueiro Tesoura Termómetro

**5. Procedimento:**

- 5.1** Enche um balão de ar e dá um nó no balão.
- 5.2** Enche um balão com água e dá um nó no balão.
- 5.3** Aproxima o isqueiro de cada balão durante cerca de 30 segundos e regista o que acontece.
- 5.4** Enche um copo com água da torneira e enche outro copo com a água que estava no balão.
- 5.5** Põe a mão em cada copo e verifica qual deles está mais quente.

6. Resultados:

- 6.1** Regista o que observaste nas duas situações.

| | |
|---|--|
| <p>Balão com ar</p>  | |
| <p>Balão com água</p>  | |

6.2 Risca o que está errado.



O copo com água do balão estava **MAIS/MENOS** quente que o copo com água da torneira.

7. Conclusões:

7.1 Como explicas a diferença que observaste nas duas situações?

7.2 Indica o que representa na natureza o isqueiro, o balão com ar e o balão com água. Para isso escolhe uma das palavras que se encontram na caixa à direita e associa a palavra escolhida a cada um dos materiais que utilizaste (apenas uma palavra para cada material).

| | |
|-----------|---------------|
| Calor | Planeta terra |
| Atmosfera | Rios |
| Oceano | Gelo |

Isqueiro _____

Balão com ar _____

Balão com água _____

7.3 O que acontece à temperatura do oceano em consequência do aquecimento global?



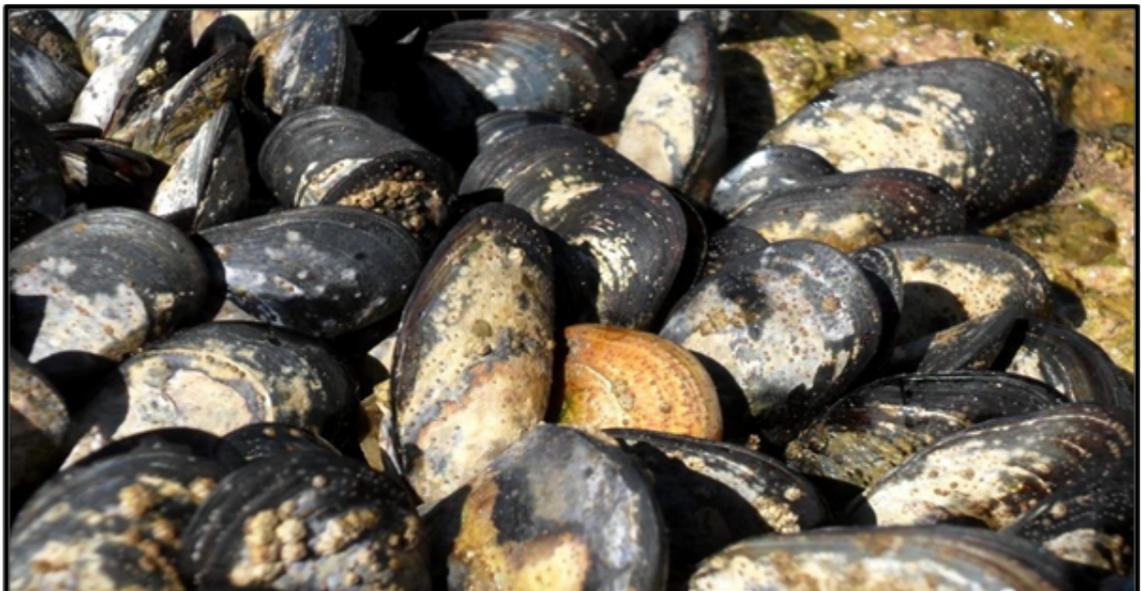
Atividade para pensar...

Agora que já sabes o que acontece à temperatura das águas do oceano em consequência do aquecimento global, queremos que compreendas o efeito do aquecimento dos oceanos nos organismos marinhos. Para tal propomos-te que leias uma notícia e que discutas com os teus colegas.

1. Lê a seguinte notícia (<http://www.ccmар.ualg.pt/index.php?id=1384>)

Mexilhão castanho encontrado pela primeira vez no Algarve

Em Julho de 2011, um grupo de investigadores do Centro de Ciências do Mar (CCMAR) descobriu, pela primeira vez, o mexilhão castanho *Perna perna* na zona de Vilamoura e Ilha do Farol. Esta espécie é típica do continente Africano. O mexilhão *Perna perna* tem uma cor acastanhada e distingue-se facilmente da espécie mais característica das nossas águas, *Mytilus galloprovincialis*, que é mais escura.



Fotografia — Mexilhão castanho (*Perna perna*) isolado no centro de um aglomerado de mexilhões escuros (*Mytilus galloprovincialis*) em Vilamoura a 1 de Julho de 2011.



Figura 2. Locais de presença da espécie de mexilhão castanho.

Experiência 2. Degelo das zonas polares

Nome: _____ Data: _____

1. Introdução:

Com o aquecimento global e conseqüente subida da temperatura atmosférica, o gelo das zonas polares (água doce) começa a derreter, o que poderá ter graves conseqüências para a vida na terra. O **degelo**, assim como a expansão da água do mar causados pelo aumento da temperatura provocam a **subida do nível da água do mar**, o que poderá levar à destruição de habitats de algumas espécies.



2. Questão problema:

Será que depois de derreter, a água pode voltar a congelar?

Para responderes a esta questão, propomos-te que realizes uma experiência.

3. Previsões:

3.1 Antes de a iniciares, regista o que pensas que irá acontecer (**assinala com uma cruz a opção que consideras correta**)

- Volta a congelar
 Não volta a congelar

4. Material:

Sal 1 Colher de sobremesa Água Marcadores
2 Copos Frigorífico com congelador

**5. Procedimento:**

5.1 Começa por planificar, em grupo, com base no material apresentado, uma experiência que te permita dar uma resposta à questão problema.

6. Resultados:

6.1 O que observaste?

| | |
|---|--|
| <p>Copo sem sal</p>  | |
| <p>Copo com sal</p>  | |



7. Conclusões:

7.1 O que podes concluir das tuas observações?



Atividade para pensar...

Uma das consequências do degelo das zonas polares é a subida do nível da água do mar. Quais serão as consequências dessa subida para as outras zonas do nosso planeta (para além das zonas polares)?

1. Lê a seguinte notícia (texto adaptado de: <http://opiniaoenoticia.com.br/brasil/politica/ilhas-kiribati-a-primeira-vitima-do-aquecimento-global/>)

Ilhas Kiribati: a primeira vítima do aquecimento global



20 de março, 2012

Três arquipélagos de Kiribati acabam de lançar um anúncio desesperado: “Ilhas paradisíacas procuram território para compra. Causa: mudança urgente”. A subida do nível do mar ameaça varrer do mapa 33 ilhas, desalojando os cerca de 100 mil habitantes.

Para o presidente de Kiribati, Anote Tong, o inimigo é facilmente reconhecível. Numa entrevista à BBC, ele culpou as mudanças climáticas do planeta, e admitiu que negociava com o governo de Fiji para comprar 2 mil hectares de terra na segunda maior ilha de Fiji. Outra alternativa seria construir ilhas artificiais, mas esta solução parece ainda mais irrealista.

Caso consiga mesmo um novo lar, a população de Kiribati será a primeira a migrar por causa do aquecimento global. Os habitantes terão que procurar empregos e adaptar-se a um novo país. Um drama que tem grandes hipóteses de se repetir nos próximos anos, noutros lugares do mundo, e que por isso mesmo antecipa algumas questões a serem enfrentadas por futuras gerações.

Um dos países que mais recebe imigrantes, os Estados Unidos, pode enfrentar uma situação semelhante no futuro. Segundo uma nova pesquisa, o aumento do nível dos oceanos pode atingir cerca de 3,7 milhões de norte-americanos que vivem poucos metros acima do nível do mar. Para os pesquisadores, inundações costeiras em níveis que antes eram extremamente raros podem-se tornar uma ocorrência frequente até à primeira metade do século 21.

2. Em grupo, responde às seguintes questões:

2.1 Qual o problema que os habitantes das ilhas Kiribati enfrentam?

2.2 Apresenta uma explicação para a subida do nível da água do mar.

2.3 Discute com os teus colegas e indica algumas consequências que Portugal poderá enfrentar com a subida do nível da água do mar.



Figura 3. Mapa de Portugal Continental.

Experiência 3. Acidificação dos oceanos

Nome: _____ Data: _____

1. Introdução:

Uma outra consequência das alterações climáticas é o facto de o oceano estar a ficar mais **ácido**. O dióxido de carbono que existe na atmosfera em maior quantidade dissolve-se na água tornando-a mais ácida, o que pode afetar organismos marinhos com conchas ou os corais, que são sensíveis a alterações de acidez.



2. Questão problema:

Qual é o efeito que o ácido (representado pelo vinagre ou sumo de limão) poderá ter nas conchas?

Para responderes a esta questão, propomos-te que realizes uma experiência.

3. Previsões:

3.1 Na tua opinião qual será o efeito do ácido nas conchas?

4. Material:

Conchas Vinagre ou sumo de limão 4 Recipientes

Pinças Medidor de pH Balança de precisão



5. Procedimento:

5.1 Numera os recipientes de 1 a 4.

5.2 Enche os recipientes 1 e 2 até meio com água do mar e os recipientes 3 e 4 até meio com vinagre.

5.3 Mede a acidez dos líquidos.

5.4 Selecciona 4 conchas e numera-as de 1 a 4.

5.5 Pesa cada uma das conchas e regista o peso na tabela de resultados.

5.6 Desenha o contorno de cada concha numa folha.

5.7 Coloca uma concha em cada um dos recipientes. Certifica-te que a concha 1 fica no recipiente 1, a concha 2 no recipiente 2, e assim sucessivamente.

5.8 Observa os recipientes e regista qualquer alteração que ocorra na tabela.

5.9 Espera um mínimo de 2 dias e tira as conchas dos recipientes com o auxílio das pinças (seca-as cuidadosamente com um papel absorvente).

5.10 Volta a pesar as conchas e a desenhar o seu contorno.

6. Resultados:

6.1 Regista os resultados observados.

| | Concha | pH | Peso inicial (g) | Observações | Peso final (g) | Observações |
|----------------------------|--------|----|------------------|-------------|----------------|-------------|
| Recipiente com água do mar | 1 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| Recipiente com vinagre | 3 | | | | | |
| | 4 | | | | | |

| Contorno das conchas | |
|----------------------|----------|
| Antes | Depois |
| Concha 1 | Concha 1 |
| Concha 2 | Concha 2 |
| Concha 3 | Concha 3 |
| Concha 4 | Concha 4 |



7. Conclusões:

7.1 Com base na experiência que realizaste o que pensas que poderá acontecer às conchas se o pH dos oceanos ficar mais ácido?

7.2 Que consequência é que isso poderá ter para a vida desses animais e para os ecossistemas marinhos?



De volta à sala de aula

Tendo em conta todos os resultados que obtiveste e as informações que recolheste ao longo destas atividades, discute e elabora com os teus colegas uma forma de informar as pessoas acerca das consequências para os oceanos do aquecimento global. Para realizares este trabalho sugerimos que te organizes em grupo. Cada grupo poderá fazer uma pesquisa para aprofundar os conhecimentos sobre um dos seguintes temas:

1. Efeito do aquecimento global no aumento da temperatura dos oceanos e suas consequências
2. Efeito do aquecimento global no degelo dos polos e suas consequências
3. Efeito do aquecimento global na acidificação dos oceanos e suas consequências

Com base na informação recolhida elabora um cartaz para informar as pessoas acerca deste problema – o efeito do aquecimento global nos oceanos e na vida marinha.

Notas para o professor

Objetivos

Pretende-se com esta atividade contribuir para o desenvolvimento de uma consciência ecológica, para a construção de conhecimentos substantivos sobre as causas e as consequências do aquecimento global e o consequente aumento da temperatura da água nos organismos marinhos. Pretende-se ainda promover a capacidade de pensamento e de atitudes, e valores suscetíveis de assegurar, aos participantes, um papel ativo em processos decisórios sobre questões ambientais.

Breve enquadramento científico

As alterações climáticas, nomeadamente o aumento do dióxido de carbono na atmosfera e consequente aumento da temperatura global têm impactos nos oceanos a cinco níveis: no aumento da temperatura da água do mar, no degelo, na subida do nível da água do mar, na acidificação dos oceanos e na alteração dos sistemas de correntes.

a) Aumento da temperatura da água do mar

A capacidade de absorver o calor chama-se “**capacidade calorífica**”. O oceano tem uma capacidade calorífica 1000 vezes superior à da atmosfera, ou seja, a maior parte do calor do sol é absorvido pelos oceanos (80 a 90%). De facto, os primeiros metros do oceano armazenam tanto calor como toda a atmosfera terrestre, pelo que à medida que o planeta aquece, o oceano retém a maior parte da energia extra, ou seja, a temperatura da água aumenta.

Impactos do aumento da temperatura da água nos organismos:

- Provoca o embranquecimento dos corais (por morte das algas unicelulares associadas);
- Provoca a migração de inúmeras espécies, em busca de locais que apresentam as condições de temperatura adequadas à sua sobrevivência e reprodução;
- A temperatura da água tem efeitos diretos na maturidade sexual, altura da reprodução, desenvolvimento e sobrevivência de muitas espécies marinhas.

b) Degelo

O sal faz baixar a temperatura a que se forma o gelo, chamado o ponto de solidificação. Quando ocorre o degelo dos glaciares, a água doce do glaciar mistura-se com a água salgada do mar. Resulta uma solução de água com sal, semelhante à da experiência.

Consequências do degelo:

- Diminuição da água doce do planeta;
- Subida do nível da água do mar, provocada pelo degelo, assim como pela expansão da água do mar devido ao aumento da temperatura;
- Impacto nos organismos marinhos:
 - A subida do nível do mar provoca a destruição de habitats críticos para algumas espécies, como por exemplo os locais de desova das tartarugas marinhas.
 - A diminuição do gelo representa uma diminuição do habitat de inúmeras espécies, como os pinguins, os ursos polares e focas.
 - As regiões oceânicas com elevada presença de gelo são importantes para a manutenção das cadeias alimentares, nomeadamente para a produção de algas. Estes organismos são o suporte de muitas espécies importantes

como o krill, e algumas espécies de peixe, da qual dependem muitas outras espécies, como os ursos polares e os mamíferos marinhos.

— Impacto nas populações humanas:

- Cerca de 10% da população mundial vive ao nível da água do mar, podendo ser diretamente afetada pela subida do nível das águas.

c) Acidificação dos oceanos

A acidificação oceânica é a designação dada à diminuição do pH nos oceanos causada pelo aumento do CO₂ atmosférico (a dissolução de CO₂ na água do mar aumenta a concentração do ião H⁺ na água, reduzindo assim o pH do oceano). Estima-se que entre 1752 e 1994 o pH da superfície oceânica tenha diminuído cerca 0,075, de 8,179 para 8,104. A causa principal do aumento da acidificação tem origem antropogénica, sendo a mais importante a absorção do CO₂ resultante da atividade humana.

O aumento da acidificação da água do mar está a afetar o tamanho e o peso de conchas (que são estruturas de proteção) e esqueletos de inúmeros organismos marinhos pelo facto de reduzir a disponibilidade de carbonato de cálcio. Este aumento da vulnerabilidade das conchas torna os animais mais vulneráveis a predadores, o que por sua vez irá provocar desequilíbrios ao nível das redes alimentares marinhas, podendo simultaneamente reduzir fontes humanas de alimento.

Breve enquadramento curricular

Esta atividade encontra-se pensada para qualquer dos três ciclos do ensino básico (1º ciclo, 2º ciclo, 3º ciclo), podendo ser desenvolvida no âmbito da exploração das seguintes temáticas: **1º ciclo** - À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade - A qualidade do ambiente; **2º ciclo** - A água, o ar, as rochas e o solo - Materiais Terrestres; Agressões do meio e integridade do organismo; **3º ciclo** - Sustentabilidade na Terra: Ecossistemas - Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas; Gestão sustentável dos recursos - Recursos naturais - Utilização e consequências; Proteção e conservação da natureza; Custos, benefícios e riscos das inovações científicas e tecnológicas.

Recomendações de implementação da atividade

Esta investigação apresenta-se na forma de atividades experimentais e análise de notícias. Sugere-se que o professor chame a atenção dos alunos para o facto

de alguns dos materiais utilizados serem apenas uma representação da realidade em análise (isqueiro; balão; vinagre), podendo por isso não apresentar todas as propriedades dos materiais reais.

Pretende-se que os alunos tenham consciência dos aspetos envolvidos numa atividade experimental, nomeadamente da necessidade de haver um registo rigoroso de dados durante todo o processo e da necessidade de haver sempre uma situação de controlo (balão com ar; água sem sal; água sem vinagre).

Uma sugestão para a concretização da última atividade (que poderá servir de integração de todas as outras) será a criação de grupos *Jig-saw*, em que numa primeira fase cada grupo se dedica apenas a dar resposta a uma das dimensões em análise. Posteriormente, cada grupo é desfeito e cada elemento integra, juntamente com um elemento de cada um dos outros 3 grupos, um novo grupo que elaborará a proposta de sensibilização acerca do problema em análise.

Avaliação

A avaliação da atividade deverá basear-se em aspetos como:

- A compreensão dos termos e conceitos envolvidos
- O rigor no desenvolvimento das experiências e no manuseamento dos materiais
- O rigor no registo dos dados
- A clareza na comunicação da informação recolhida
- A diversidade de fontes consultadas;
- O rigor das informações apresentadas
- A originalidade das propostas desenvolvidas
- A eficácia da proposta apresentada

Competências envolvidas

De conhecimento substantivo e processual

- Compreender as consequências das alterações climáticas nos oceanos
- Compreender a dependência dos organismos relativamente ao meio ambiente
- Refletir sobre o impacto das atividades humanas no ambiente
- Enunciar hipóteses e Planificar experiências

De comunicação

- Utilizar linguagem científica
- Analisar e interpretar fontes diferentes de informação

- Apresentar e discutir diferentes ideias
- Utilizar as novas tecnologias para a pesquisa e apresentação de informação

De raciocínio

- Interpretar dados
- Fazer inferências
- Pensar criticamente
- Evidenciar possíveis interações

Atitudes

- Curiosidade
- Respeito pela evidência
- Rigor científico
- Respeito pelos procedimentos definidos
- Respeito pela opinião dos outros

Investigação 3. O sonho do Rei Dom Carlos I e os peixes de profundidade

Documento para o aluno

O Rei Dom Carlos de Bragança foi considerado um oceanógrafo pioneiro em Portugal, e viveu num momento fantástico da história da ciência marinha. Influenciado pelo crescente interesse do Homem pelo estudo do mar, D. Carlos I decidiu explorar cientificamente a costa portuguesa, dando um grande ênfase à fauna marinha. Tinha sido recentemente destronada a teoria de Forbes, que dizia que no fundo do mar onde não há luz, abaixo dos 550m, não havia vida, e no entanto, curiosamente, os pescadores de Setúbal capturavam esqualos a 1200m de profundidade. Havia assim um enorme mundo vivo para descobrir.

Preparação em sala de aula

1. Lê o conto “**O sonho do Rei Dom Carlos**”, da autoria da bióloga Raquel Gaspar, que nos conta a história da vida do Rei Dom Carlos.
2. O Rei D Carlos dedicou-se ao estudo do fundo do mar. **Mas como é o fundo do mar?** Olhando o mar, a partir da beira da praia, é difícil imaginar como ele é por dentro. Faz uma pesquisa para dar resposta a esta questão. Por exemplo:
 - Que área ocupa o mar no nosso planeta?
 - Como se caracteriza o fundo dos oceanos?
 - Qual é a profundidade máxima do oceano?
 - Que tipo de seres vivos habita no mar?
 - Quais são as características dos animais marinhos?
 - Quais as condições ambientais existentes abaixo da superfície oceânica? Lá em baixo é frio ou quente? É claro ou escuro?
3. Se pudéssemos fazer uma viagem ao fundo do mar, observaríamos que diversas características ambientais sofrem alterações à medida que nos deslocamos da superfície para o fundo dos oceanos. É o caso da luz e da temperatura. Observa as figuras 1 e 2.

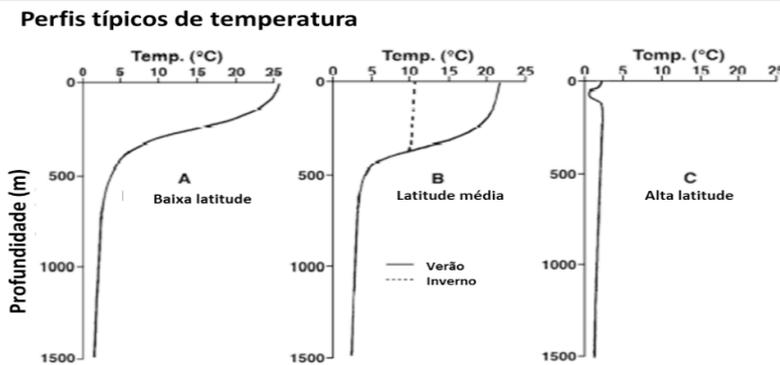


Figura 1. Variação da temperatura da água do mar com a profundidade, a diferentes latitudes. (Fonte: http://earthguide.ucsd.edu/virtualmuseum/Glossary_Climate/gloss_g-l.shtml)

- 3.1 Com base na leitura dos gráficos da figura 1, descreve como varia a temperatura com a profundidade.
- 3.2 Tendo em conta o valor da temperatura da água à superfície, qual dos gráficos representa a nossa costa? O qual dos gráficos representa a região polar? Justifica as tuas respostas.
- 3.3 Com base na leitura do gráfico da figura 2, descreve como varia a intensidade da luz com a profundidade.

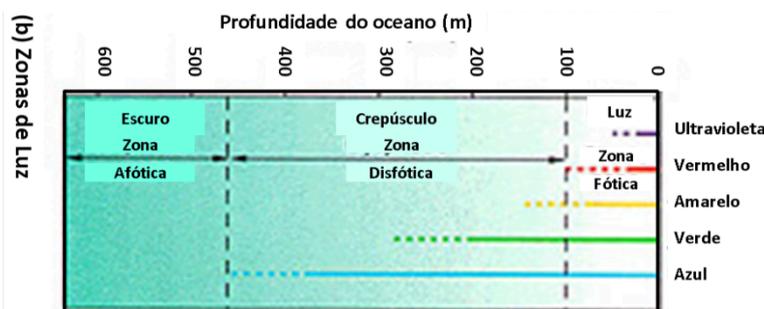


Figura 2. Variação da intensidade luminosa em função da profundidade do oceano. (Fonte: <http://marinebio.org/oceans/light-and-color.asp>)

- 4. Será possível haver vida sem luz nas grandes profundidades marinhas? Hoje em dia, com a evolução das novas tecnologias, os oceanógrafos realizam e imaginam expedições que lhes permitem conhecer a vida no oceano profundo. Um marco importante foi a descida às fossas das Marianas, o ponto mais profundo do Oceano.

Descida às fossas das Marianas, em Março de 2013, pelo realizador James Cameron:

<http://video.nationalgeographic.com/video/environment/habitats-environment/habitats-oceansenv/cameron-how-deep/>

Vida nas fossas abissais:

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

<https://www.youtube.com/watch?v=x2X6H1llkb0>

Visita de Estudo

Para tentar perceber quais são as características destes estranhos seres que habitam as grandes profundidades, e para conhecer melhor o trabalho do Rei D Carlos, vamos fazer uma visita ao **Aquário Vasco da Gama** e ao **Museu de Marinha**.

De volta à sala de aula

1. Imagina que és o rei. Escreve uma história sobre a tua vida a bordo (por exemplo, como seriam os teus aposentos, como seria uma refeição a bordo ou um serão, como seria o teu laboratório, que instrumentos utilizavas, para que serviam, que descobertas fazias). Se preferires, constrói um diário relatando a tua vida a bordo.

Ou então,

2. Imagina que és um cientista moderno. Descreve como seriam as tuas expedições e algumas das tuas descobertas.

3. E para os que gostam de desafios... Imagina que tens de preparar uma investigação marinha, escolhendo um sítio no planeta Terra, fazendo um mapa do fundo do mar da zona que queres investigar e explica aos teus colegas o que esperas lá encontrar.

4. Com base nas observações que realizaste e nas informações que recolheste na visita ao aquário Vasco da Gama, assinala algumas das características que consideras serem típicas dos organismos de profundidade e procura relaciona-las com as condições de vida destes locais.

Notas para o professor

Objetivos

Pretende-se com esta atividade contribuir para a compreensão das dimensões sociais, científicas e tecnológicas relacionadas com a construção do conhecimento científico e para a compreensão da fauna das grandes profundidades e respetivas adaptações.

Breve enquadramento científico

D. Carlos I de Bragança, rei de Portugal (1889-1908), foi um oceanógrafo pioneiro que se dedicou ao estudo da fauna costeira portuguesa, tendo deixado um legado científico único. Durante 12 anos de campanhas oceanográficas (1896-1907), efetuadas ao longo do litoral Português, D. Carlos I reuniu uma enorme coleção zoológica com elevado valor histórico e científico.

Os métodos utilizados pelo Rei para a recolha de espécimes foram artes de pesca, como, por exemplo, espinhel, covos, dragas, chinchorro, arrasto, pesca de arpão. Estes métodos continuam a ser utilizados atualmente, mas são complementados por métodos menos destrutivos como por exemplo o mergulho científico com garrafa. No que diz respeito às grandes profundidades marinhas, desde o aparecimento dos ROV (veículos comandados por controle remoto) e os mini-submarinos que o conhecimento destes ambientes sofreu um enorme incremento (http://education.nationalgeographic.com/education/lesson/solving-challengeing-problem/?ar_a=1).

Desde 2008 que Portugal já possui um ROV luso:

http://www.emepc.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=579&Itemid=286

a) Teoria Azóica

As provas da existência de vida nas grandes profundidades oceânicas, embora tivessem sido obtidas por vários cientistas desde o início do século passado, foram postas em causa pela comunidade científica no seguimento dos trabalhos de Edward Forbes, no Mar Egeu, em 1841. Este investigador, no seguimento das dragagens que efetuou, postulou o princípio da rarefação ou ausência de vida abaixo das 300 braças de profundidade. Com efeito, a falta de luz, o frio e a pressão eram certamente fatores que impediam a existência de vida. O princípio enunciado ficou conhecido pela “teoria da zona azóica de Forbes”, e impressionou de tal modo o pensamento da

época, que mesmo depois de existirem mais provas irrefutáveis da existência de vida a maiores profundidades, muitos cientistas ainda tratavam o assunto com máxima cautela.

Na segunda metade do século passado, em 1864, o grande naturalista José Vicente Barbosa du Bocage (1823-1907), fundador da zoologia em Portugal, descreve uma esponja nova para a ciência, a que dá o nome de *Hyalonema lusitanica* (que lhe foi trazida pelos pescadores de esqualos, um tipo de tubarões de profundidade de Setúbal). Este negligenciou a grande profundidade de onde esta espécie era proveniente, justificando que embora houvesse unanimidade no testemunho dos pescadores, julgou que eles exageravam e que o animal deveria viver a profundidades inferiores às fixadas por Forbes como o limite da vida marinha animal. Só o fez em 1871, após reflexão sobre as provas evidentes entretanto acumuladas.

A teoria de Forbes estava de facto tão enraizada que se tratava verdadeiramente de uma teimosia científica. Os cientistas duvidavam da existência de vida abaixo de cerca de 550m de profundidade, mas a verdade é que os pescadores de Setúbal capturavam esqualos a 1200m. A este propósito, escreveu D Carlos na sua obra sobre os esqualos de Portugal (1904):

“Todos sabemos que n’uma epocha em que se discutia a não existência da vida animal, mormente para os animaes superiores, além de uma certa profundidade, os nossos pescadores de espinhel pescavam methodicamente os esqualos abyssaes, e traziam accidentalmente, presas aos anzoes dos seus aparelhos, grandes esponjas (*Hyalonema*, *Askonema*). A eles devemos a descoberta de bastantes espécies novas, algumas das quaes são, ainda hoje, só conhecidas dos nossos mares.”

(Retirado de Luiz Saldanha, 1996 Explorações Submarinas In: D. Carlos I de Bragança – A paixão do Mar, editado pelo Parque Expo 98, S.A., pág. 33 e 32).

b) Vida a grandes profundidades

Condições de vida do meio marinho a grandes profundidades:

- Temperaturas extremamente baixas (0,5 - 4°C)
- Pressão muito elevada (1100 atm)
- Ausência total de luz solar
- Substrato móvel de grão fino – elevada densidade de espécies bentónicas (< 2mm macro e megafauna)
- Escassez de alimento na massa de água

A energia solar recebida pelos oceanos varia irregularmente com o comprimento de onda, o que é um resultado da absorção da luz pelo vapor de água e pelos vários gases presentes na atmosfera, em especial o oxigénio e os hidratos de carbono. A absorção nos oceanos atenua a luz rapidamente com a profundidade. De uma incidência vertical da luz (em condições médias e favoráveis):

- 73% alcança 1 cm em profundidade
- 44.5% alcança 1 m em profundidade
- 22.2% alcança 10 m em profundidade
- 0.53% alcança 100 m em profundidade
- 0.0062% alcança 200 m em profundidade

O suprimento mínimo de energia capaz de manter a fotossíntese é de 0.003 cal cm⁻² min⁻¹. Em condições ótimas (águas absolutamente claras) essa quantia está disponível em cerca de 220 m de profundidade.

Sites úteis

Relevo do fundo oceânico

http://pt.wikipedia.org/wiki/Relevo_oceânico

http://www.cienciaviva.pt/img/upload/8_reidcarlos.pdf

Condições ambientais dos fundos abissais (luz, temperatura, variações de pressão e características química do oceano)

<http://marinebio.org/oceans>

http://www.cienciaviva.pt/img/upload/8_reidcarlos.pdf

<http://education.nationalgeographic.com/media/file/one-ocean-chapter-6.pdf>

http://education.nationalgeographic.com/education/activity/investigating-pressure/?ar_a=1

http://www.srh.noaa.gov/jetstream/ocean/layers_ocean.htm

Condições de vida e adaptações dos animais marinhos

http://education.nationalgeographic.com/education/activity/ocean-habitats-animal-adaptations/?ar_a=1

http://education.nationalgeographic.com/education/activity/deep-sea-ecosystems-extreme-living/?ar_a=1

http://education.nationalgeographic.com/education/activity/bioluminescence-living-light/?ar_a=1

c) Adaptações da vida a grandes profundidades (vertebrados)

- Dimorfismo sexual (muitas vezes o macho vive agarrado à fêmea) - baixa probabilidade de se encontrarem num ambiente tão vasto e deserto (baixa densidade).
- Bioluminescência (órgãos luminosos de vários tipos) devido à necessidade de atrair o alimento (escassez de alimento).
- Bocas colossais e dentes muito grandes (com aberturas duas vezes maior que o seu tamanho), devido à escassez de alimento e para capturar presas de grandes dimensões.
- Corpo mole devido à enorme pressão.

Breve enquadramento curricular

Esta atividade encontra-se pensada para o 1º ciclo, podendo ser desenvolvida no âmbito da exploração das seguintes temáticas: À descoberta do ambiente natural – Os seres vivos do ambiente próximo (3º ano); À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade – A atividade piscatória no meio local (3º ano); À descoberta das inter-relações entre espaços – O contacto entre a Terra e o Mar (4º ano).

Recomendações de implementação da atividade

Nesta atividade existe uma complementaridade entre os trabalhos desenvolvidos na sala de aula e a visita ao Aquário Vasco da Gama e ao Museu de Marinha, servindo o conto do Rei como fio condutor que irá permitir explorar aspetos relacionados com a natureza da ciência, nomeadamente que a construção da ciência está intimamente relacionada com a sociedade em que se insere, ou seja, que os cientistas são parte integrante da sociedade em que vivem, sofrendo influências diretas e indiretas da mesma (ex. pressões económicas; desenvolvimento da tecnologia).

O conto “O Sonho do Rei Dom Carlos” está disponível, por encomenda gratuita, a partir da Biblioteca da Câmara Municipal de Sesimbra. Este conto, da autoria da bióloga marinha Raquel Gaspar, conta-nos a história da vida do Rei Dom Carlos, do seu carácter naturalista e do seu pioneirismo na descoberta dos seres marinhos que habitam as profundezas. A ação do conto desenrola-se a partir da relação do Rei com pescadores de Sesimbra, através de dados históricos e de uma aventura fictícia de três crianças. Através do conto, o leitor visita o Aquário Vasco da Gama e o Museu de Marinha em busca de pistas que testemunham a vida do Rei.

A leitura do conto poderá ser feita em sala de aula, ou no início das visitas ao Aquário ou ao Museu de Marinha. Para acompanhar a leitura do conto sugere-se a visualização de imagens sobre o Rei Dom Carlos, sobre Sesimbra antiga, imagens do Rei no Aquário Vasco da Gama e no Museu da Marinha, e ainda da pesca utilizando o palangre:

Vida e investigação do Rei Dom Carlos

http://aquariovgama.marinha.pt/PT/museu/Pages/rei_carlos.aspx

http://www.cienciaviva.pt/img/upload/8_reidcarlos.pdf

Sobre o Rei Dom Carlos e a sua relação com Sesimbra

<http://realfamiliaportuguesa.blogspot.pt/2009/07/dom-carlos-e-sesimbra-clique-na-imagem.html>

Avaliação

A avaliação da atividade deverá basear-se em aspetos como:

- A compreensão dos termos e conceitos envolvidos;
- A clareza na comunicação da informação recolhida;
- A fundamentação das opiniões;
- A originalidade da proposta desenvolvida;

- A diversidade de fontes consultadas.

Competências envolvidas

De conhecimento substantivo, processual e epistemológico

- Compreender a adaptação dos organismos ao meio onde vivem
- Compreender e explicar a diversidade biológica
- Conhecer os diferentes instrumentos de navegação
- Compreender a importância da evolução tecnológica para o avanço da oceanografia
- Explicar a importância da observação e do registo de dados em Biologia
- Compreender as interações entre ciência e sociedade
- Compreender a natureza transitória do conhecimento científico
- Capacidade de observação

De comunicação

- Utilizar linguagem científica
- Analisar e interpretar fontes diferentes de informação
- Utilizar diferentes formas de comunicação oral e escrita
- Apresentar e discutir diferentes ideias
- Utilizar as novas tecnologias para a pesquisa e apresentação de informação

De raciocínio

- Desenvolver explicações
- Interpretar dados

Atitudes

- Curiosidade
- Criatividade
- Pensamento crítico
- Partilha de ideias em grupo
- Respeito pela opinião dos outros

Informação complementar e proposta de guião de visita aos dois museus envolvidos:

Visita ao Aquário Vasco da Gama Coleção do Rei D Carlos e peixes de grande profundidade (Proposta de um guião de visita)

A visita ao Aquário permite aos alunos observarem, escreverem e representarem exemplares capturados nas grandes profundidades abissais (visita livre) e conhecerem a vertente naturalista e artística do Rei e os instrumentos científicos que ele utilizou na sua investigação (visita guiada pelo monitor do Aquário).

O Aquário Vasco da Gama foi mandado construir pelo Rei Dom Carlos. **Porque será que não tem o seu nome?** Leve os seus alunos a recordar que Vasco da Gama foi um dos percussores da descoberta das rotas marítimas e o Rei Dom Carlos da investigação oceanográfica. Nesta visita poderão encontrar testemunhos vivos do Aquário no tempo do rei, elementos que simbolizam o contexto da sua investigação, as técnicas e os instrumentos por ele usados (átrio da entrada) e até mesmo, muitos dos seres vivos por ele recolhidos e alguns dos registos que fez sobre eles (átrio da entrada e primeiro piso).

1. O contexto que estimulou a investigação do Rei

Hyalonema lusitanica é o nome de uma esponja. Pode ser observada no átrio de entrada (vitrine dos espongiários). Esta esponja foi capturada a 1370m de profundidade ao largo de Sesimbra. Antes do rei a ter recolhido, Bocage, um naturalista português, já a tinha descrito (em 1864). Só que na altura acreditava-se na teoria azóica, a teoria que negava a existência de vida nas profundezas oceânicas, abaixo do alcance da luz solar (**ver informação presente neste documento – teoria azóica**).

Questione os seus alunos sobre a noção que têm sobre a reflexão e a absorvência da luz ao atravessar a água. No mar, a luz solar penetra até cerca de 400m (ver **atividade 3** deste documento). Como a esponja foi recolhida abaixo dessa profundidade, constituía uma prova de que a teoria não servia para explicar o que existia no fundo do mar. Mas naquele tempo, contradizer uma teoria não era fácil e por isso Bocage quando descreveu a esponja indicou que a profundidade a que esta

tinha sido colhida era menor (**ver informação presente neste documento – teoria azóica**).

Este foi o contexto da investigação oceanográfica do rei. No alvoroço do destronar de uma ideia errada florescem evidências da existência da vida em profundidade e o Rei, por influência do Príncipe Alberto I do Mónaco (1848-1922), também estava cheio de curiosidade para as conhecer. Foi por querer provar este cheiro a mar desconhecido que o rei veio a conhecer o trisavô Diogo dos três meninos do conto do rei (ponto de partida desta atividade). **Mas porque é que o rei teria ido para Sesimbra?**

Na carta marinha (**ver carta disponível no Aquário**) os seus alunos podem ler as linhas de cota que indicam as profundidades que constituem o relevo do fundo do mar na costa de Sesimbra. A partir da observação das linhas de cota da carta, ajude os seus alunos a imaginar o **relevo submarino**. Lembre-lhes a descrição do conto sobre os vales submarinos e aproveite a oportunidade para avaliar se os alunos compreenderam esse conceito. Lembre-lhes que o Rei sabia que os pescadores de Sesimbra pescavam nesses vales profundos e que por isso saberiam guiá-lo até lá.

2. As técnicas

Questione os alunos sobre como teria sido possível aos pescadores encontrar as zonas profundas e como seria possível pescar a 700 m de profundidade?

Relembre-lhes da parte do conto que descreve o espinhel, a arte de pesca usada pelos pescadores para pescar em profundidade. **Mostre** aos seus alunos uma ilustração desta arte de pesca feita pelo punho do Rei (vitrine com documentos e fotografias).

Questione os alunos se se recordam como se fazia nesse tempo para saber de que profundidade vinham os seres marinhos pescados (relembrar o conto).

O Rei por sua vez tinha uma perspetiva investigativa sobre o mar profundo. O espinhel permitia-lhe estudar os seres que o habitavam, mas interessava-lhe também conhecer as propriedades da água a tais profundidades, como se a quisesse saborear, cheirar e sentir a sua temperatura e as correntes. Por isso levou a bordo instrumentos que lhe permitiam recolher a água em profundidade. Leve os seus alunos para a vitrine que exhibe os instrumentos utilizados pelo Rei (vitrine central) e deixe-os **descobrir** e **observar** quais foram esses instrumentos, e quais estão descritos no conto.

3. Os seres vivos das profundezas marinhas recolhidos pelo Rei

Leve os seus alunos a simular o espanto, a curiosidade, a ânsia que se vivia a bordo dos iates Amélia sempre que chegava a bordo uma nova pescaria trazendo seres vivos talvez nunca dantes vistos (pelo menos pelos cientistas). No átrio da entrada encontra várias vitrines que nos mostram alguns dos organismos que terão sido recolhidos pelo Rei. Nas vitrines os seres vivos estão arrumados por grupos taxonómicos. Pode aproveitar para introduzir os termos da classificação científica pois através da observação os alunos facilmente poderão reconhecer animais com que estão familiarizados. Por exemplo, na vitrine dos equinodermes (vitrine identificada) encontram ouriços e estrelas do mar; na vitrine dos cnidários (vitrine identificada), encontram alforrecas, na vitrine dos crustáceos (vitrine identificada), encontram caranguejos.

4. As aguarelas do Rei e o desenho por observação

O Rei Dom Carlos foi um naturalista. Ser naturalista é gostar de observar e conhecer a natureza. Um naturalista é também um colecionador, um jardineiro, um mergulhador ou aquarofilista... Um naturalista desenha e descreve o que observa no seu caderno de campo.

Pode encontrar aqui um artigo sobre o que é ser naturalista e como fazer um caderno de campo: http://www.jornaldeleiria.pt/files/_palmo_e_meio_Fev_2011_4d40356f77d5f.pdf.

Da Vinci, Darwin, Mendel e David Attenborough são exemplos de naturalistas estrangeiros conhecidos. Embora em Portugal esta corrente não fosse muito praticada, para além do nosso Rei, o zoólogo Barbosa du Bocage, o biólogo e professor Luiz Saldanha, o biólogo e ilustrador científico Pedro Salgado, também foram naturalistas. Note que existe também a corrente naturalista estética, criada no Séc. XIX em França, que consiste em representar a natureza tal como ela é, sem influência da imaginação.

O conto descreve as características da personalidade do rei (gostava de observar e tinha curiosidade) que faziam dele um naturalista nato, e também um colecionador (de aves e de organismos marinhos). A sua coleção de organismos marinhos foi exposta e premiada em várias exposições no estrangeiro e deu origem ao espólio do Aquário Vasco da Gama. Aliás, na primeira sala, ao lado direito, poderão observar aquários originais do tempo do Rei. Também ao visitar ao Aquário Vasco da Gama poderão observar vários desenhos feitos pelo Rei assim como algumas das suas

aguarelas (vitrine no Salão Nobre), como, por exemplo, da baía de Sesimbra no Diário do Rei Dom Carlos, visível na vitrine direita do corredor de entrada no Aquário. Se tiver oportunidade de visitar o Palácio da Ajuda ou o Palácio de Vila Viçosa, ambos residências do Rei, poderá observar outras pinturas do Rei. Neste encontra um *slide show* de aguarelas do Rei: <http://www.slideshare.net/charcofrio/dcarlos-aguarelas>

Aproveite então esta excelente oportunidade para promover o desenvolvimento da observação a partir do desenho (e o colecionismo), ou seja a atitude naturalista. Ao desenhar, o aluno compara a realidade que observa com o seu conhecimento prévio. É por isso, uma forma de aprender e de desenvolver o traço. Leve uma placa e uma folha de papel, lápis e borracha por cada aluno e proponha que eles imaginem que são o rei desenhando um dos animais marinhos da sua coleção científica. Os seus alunos têm muito tempo para desenhar no seu dia-a-dia e por isso, desafie-os a criarem um caderno de naturalista (caderno de campo ou diário gráfico), inculcando a atitude naturalista no seu dia-a-dia.

5. Peixes de grande profundidade

No Salão Nobre e nas escadas que lhe dão acesso, os alunos podem observar alguns organismos típicos das profundidades abissais. Com base na sua observação chame-lhes a atenção para algumas das características que lhes permitem viver no ambiente que caracteriza estas profundidades. Podem observar por exemplo,

Tubarão de profundidade:

– Tubarão-demónio (*Mitsukurina owstoni*)

Outros peixes:

– Peixe de farol (*Himantolopus groenlandicus*)

– Peixe-rato (*Malacocephalus laevis*)

– Enguia pelicano (*Saccopharynx ampullaceus*)

– Peixe-sapo (*Chaunax pictus*)

Descrição e localização das espécies no Aquário Vasco da Gama

PEIXE-FAROL (*Himantolophus groenlandicus*) (Reinhardt, 1837) – Escadas de acesso ao Museu



Fonte: <http://oceana.org/en/blog/2008/10/freaky-fish-13-football-fish>

Espécie rara que vive preferencialmente entre 1000 e 2000 metros de profundidade. As fêmeas apresentam o único raio da primeira barbatana dorsal transformado num filamento com um órgão luminoso, em forma de bolbo, na extremidade. Este filamento, designado ilício, é utilizado à semelhança de uma cana de pesca que o peixe agita diante da boca, atraindo assim as presas com os seus movimentos e luz. Bastante maiores que os machos, as fêmeas podem atingir 40 cm de comprimento total, enquanto os machos têm um comprimento máximo de 3,5 cm. Estes apresentam órgãos sensoriais muito desenvolvidos, com a ajuda dos quais procuram as fêmeas para se reproduzirem, fixando-se a elas através dos dentículos presentes nas mandíbulas.

As fêmeas alimentam-se de peixes, cefalópodes e crustáceos. Têm uma distribuição geográfica vasta, podendo encontrar-se em todos os oceanos, a latitudes compreendidas entre os 65° N e os 65° S.

Características associadas à profundidade: Presença de órgão luminoso. Os machos são muito pequenos e podem viver agarrados à fêmea.

TUBARÃO-DEMÓNIO (*Mitsukurina owstoni*) (Jordan, 1898) – Salão Nobre

Fonte: <http://www.motomachicakeblog.com/>

É uma espécie rara, que foi descoberta em 1898 na costa do Japão, onde posteriormente tem vindo a ser capturada para aproveitamento do óleo do fígado.

Apresenta um interesse particular para a história da oceanografia portuguesa, já que foi descoberto pela primeira vez em águas do Oceano Atlântico, pelo Rei D. Carlos I, que capturou um exemplar ao largo de Sesimbra, em 1904, a 603 metros de profundidade. Até ao presente, foram apenas assinalados poucos exemplares nos mares do continente (em Sesimbra, Figueira da Foz e Póvoa do Varzim). Alguns autores consideram que os exemplares do Atlântico devem ser distintos da espécie japonesa.

Possui o corpo flácido, alongado e fusiforme. Boca de enormes dimensões, com dentes muito pontiagudos. Possui sensores elétricos na região do nariz para capturar as presas mesmo na ausência total de luz. A sua biologia é em grande parte desconhecida. Sabe-se, no entanto, que vive próximo do fundo, a profundidades entre os 100 e os 700 metros e se alimenta de peixes, moluscos e crustáceos. Tem uma distribuição geográfica cosmopolita.

Características associadas à profundidade: Corpo flácido, boca de enormes dimensões, sensores elétricos que permitem capturar as presas na ausência de luz.

PEIXE-RATO (*Malacocephalus laevis*) (Lowe, 1843) – Salão Nobre

Fonte: http://www.fishbase.us/tools/uploadPhoto/list.php?collab_id=2112

O peixe-rato apresenta um interesse particular, uma vez que é uma espécie abissal que vive sobre a vertente continental e planície abissal, entre os 200 e 1000 metros de profundidade, embora seja mais comum entre os 300 e 750 metros. A sua biologia está pouco estudada, desconhecendo-se os pormenores da sua reprodução. Esta espécie, largamente distribuída nos oceanos Atlântico e Índico, é atualmente rara nas nossas águas. No passado, parece ter sido bastante frequente em Sesimbra, onde os pescadores usavam o líquido luminescente produzido pela glândula ventral para friccionar pedaços da pele de certos esqualos, que se tornavam assim luminescentes e constituíam o «candil». O candil era empregado para, à falta de isco, atrair os peixes.

Possui uma cabeça muito grande, com um comprimento representando cerca de 15-20% do comprimento total do corpo que pode atingir os 50 cm. Tal como outras espécies abissais, possui um órgão luminoso entre as barbatanas pélvicas que poderá servir para reconhecimento dos indivíduos da mesma espécie ou para atrair presas.

Características associadas à profundidade: Cabeça desproporcionalmente grande, presença de órgão luminoso.

ENGUIA PELICANO (*Saccopharynx ampullaceus*) – Salão Nobre

Fonte: <http://www.fishbase.se/>

Espécie abissal que vive em águas escuras e profundas, sendo mais abundante entre 1000 e 3000 metros de profundidade. Pouco ágil, nada entre outros peixes ou crustáceos, com a sua enorme boca aberta funcionando como uma nassa que captura os peixes de que se alimenta. O seu estômago é muito distensível, permitindo-lhe assim engolir presas de grande dimensão. Na extremidade da cauda apresenta um pequeno órgão com função luminosa.

Características associadas à profundidade: Boca desproporcionalmente grande, estômago muito distensível, presença de órgão luminoso.

PEIXE-SAPO (*Chaunax pictus*) (Lowe, 1843) – Salão Nobre

Fonte: <http://www.canaryzoo.com/>

É uma espécie abissal, que vive sobre o fundo, a profundidades próximas dos 200 metros ou ainda superiores. Possui uma estrutura curiosa, comum a outros peixes habitantes de zonas profundas onde a escuridão é total: o ilício. Este órgão consiste num prolongamento do primeiro raio da barbatana dorsal, que apresenta um pedúnculo luminoso na sua extremidade. O peixe agita este órgão em frente da boca, conseguindo assim atrair as presas diretamente para dentro desta. Possui também uma fiada vertical, com 5-6 células sensoriais, localizada por trás do olho. Esta espécie tem uma larga distribuição geográfica, embora seja pouco comum nas nossas águas. Encontra-se nos oceanos Atlântico Ocidental e Oriental, Pacífico (mar do Japão) e Índico (Baía de Bengala). Embora a sua biologia seja praticamente desconhecida, pensa-se que se alimenta de peixes e invertebrados.

Características associadas à profundidade: Presença de órgão luminoso.

Visita ao Museu de Marinha

Nota importante: Tendo em conta as dimensões deste Museu e o tema em questão, a visita guiada ao Museu da Marinha estará ao encargo dos responsáveis educativos do Museu. Eles saberão qual o melhor percurso a seguir com a turma tendo em vista o conto do rei D. Carlos I.

A visita ao Museu de Marinha leva-nos a outro momento da história da descoberta marítima, de igualável excitação. Chegados ao *hall* de entrada do museu de marinha deparamos com uma ilustração da expansão marítima portuguesa que nos contextualiza para o início desta visita: a descoberta do planeta através do mar.

Os alunos podem viver eles próprios as descobertas ao serem exploradores das peças do museu, procurando pistas que testemunham os avanços da ciência.

EXTENSÃO: o Museu de Marinha dispõe de um *workshop* para escolas sobre os instrumentos de navegação.

O conto aborda a pesca tradicional e a sabedoria dos pescadores de Sesimbra. No museu podemos ver que se por um lado, a navegação evoluiu permitindo a orientação e a navegação em alto mar, a pesca tradicional baseava-se na sabedoria dos pescadores, sem instrumentos e com embarcações a remos e à vela. **Questione os seus alunos, como pensam que os pescadores tradicionais encontravam os cardumes de peixe, como sabiam a que profundidades pescavam? Questione-os sobre artes de pesca que utilizam os pescadores.** Os instrumentos de pesca atuais auxiliam os pescadores nesses desafios, como as sondas que fazem uma leitura do fundo do mar através do som, permitindo saber a profundidade, a localização de cardumes ou até de rochedos ou como o GPS que permite georreferenciar áreas de pescas ou simplesmente a localização das embarcações e registar os seus percursos.

Atenção que ainda hoje existe a pesca tradicional costeira, que se baseia na sabedoria e experiência de vida no mar. Uma das formas de avaliar a profundidade é pelo comportamento das redes. Uma vez largada, se esta toca ou não no fundo. Outra forma era a descida de uma linha com um peso. Quando esta já não descia mais, puxava-se para bordo e contavam-se as braças (cerca de 1,80m) que esta media, o qual correspondia à profundidade. Já a orientação, sendo uma pesca junto à costa, faz-se através de enfiamentos entre pontos conhecidos em terra.

Os pescadores de Sesimbra sabiam que pescavam muito fundo. Mas será que sabiam que a essas profundidades não existia luz? Os pescadores não tinham consciência da disputa científica à volta da teoria Azóica (sem vida), do naturalista

inglês Edward Forbes, mas o Rei sabia que na costa do seu país, na zona de Sesimbra, existiam vales e planaltos submarinos de onde os pescadores pescavam peixes. Provoque uma discussão acerca da utilidade do conhecimento popular nas descobertas científicas e desafie os alunos a descobrir outros casos semelhantes ou em que, pelo contrário, a ciência contraria a sabedoria popular.

II Exemplos de trabalhos realizados pelos alunos

Investigação 1. Diversidade e adaptações dos organismos à zona entre-marés

a) Visita ao Mercado de Peixe

- Exemplo de Bilhete de Identidade de algumas espécies

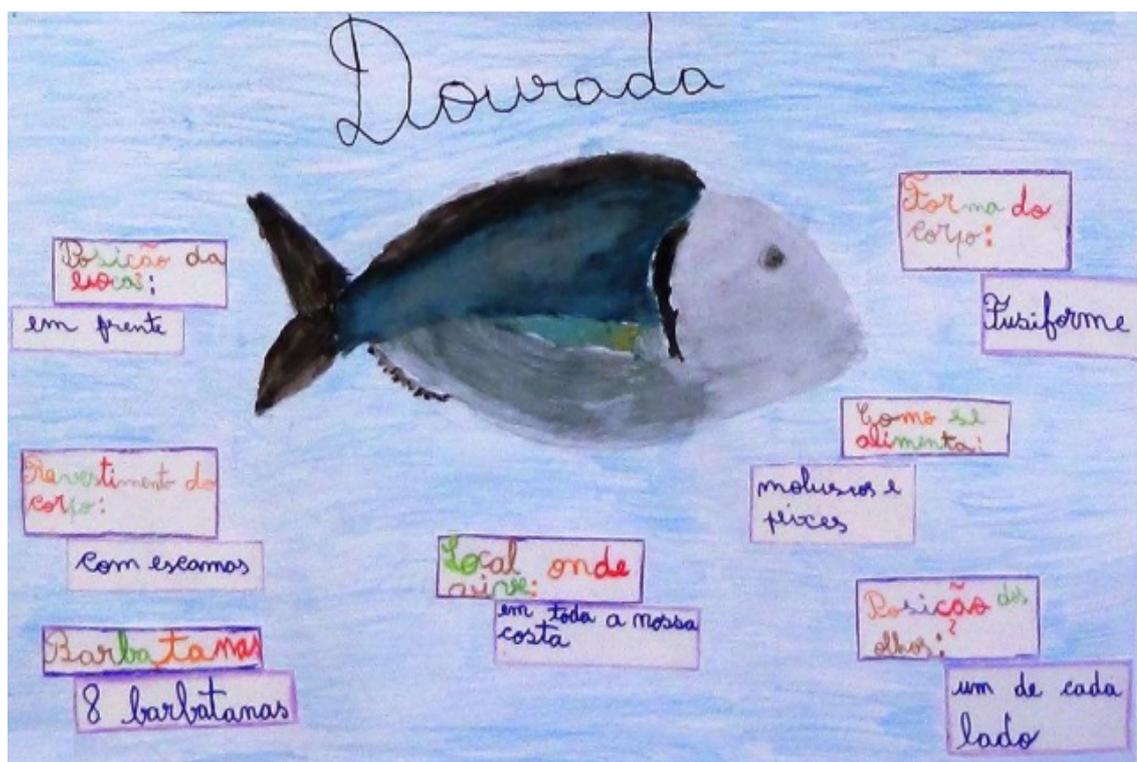


Figura 1. Bilhete de identidade de uma dourada elaborado por um grupo de alunos do 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade.



Figura 2. Bilhete de identidade de um linguado elaborado por duas alunas do 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade.

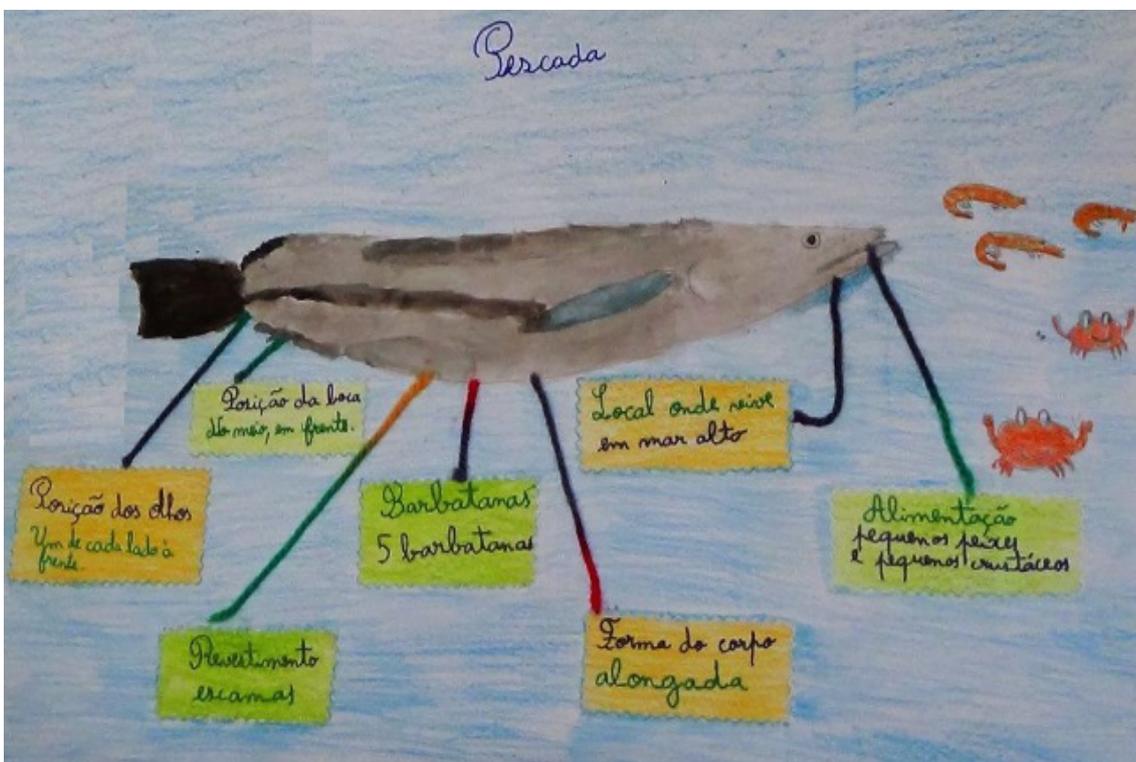


Figura 3. Bilhete de identidade de uma pescada elaborado por um grupo de alunos do 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade.

- Exemplo de histórias inventadas sobre a vida de um peixe

A aventura do Carapinha

Era uma vez um belo carapau que vivia, como os outros, em mar alto. Ele chamava-se Carapinha e era querido mas gostava muito de contrariar os seus amigos.

Um dia, decidiu fazer uma viagem até ao fundo do mar, para contrariar o que o Velho Carapau Sábio lhe tinha dito sobre os problemas de mudar de habitat. Infelizmente, não se habituou ao novo local pois não encontrava moluscos, crustáceos e outros peixes para comer. Tentou voltar para mar alto, mas ainda demorou algum tempo pois estava sempre a enrolar-se nas anémonas.

Quando acabou esta aventura, o Carapinha prometeu nunca mais desrespeitar os conselhos dos outros carapaus e concluiu uma coisa: os peixes não podem mesmo mudar de habitat.

(9 anos, Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade)

As três douradas aventureiras

Era uma vez uma dourada chamada Douradinha que vivia dentro do mar na costa portuguesa. Ela era grande e tinha escamas reluzentes que brilhavam à luz do Sol. A Douradinha tinha como melhores amigos o Tito e a Tota os gémeo dourada.

Certo dia, no mar quando já estava muito calor, os peixes viram chegar os barcos dos pescadores. Todos os peixes ficaram numa grande aflição pois não queriam ser pescados, mas as três douradas já sabiam o que iriam fazer. Ao fim da tarde reuniram-se para conversar, no grande rochedo que ficava bem no fundo do mar. O plano dos três amigos foi de abandonarem a costa. Eles nadaram vários dias e várias noites até que, finalmente, viram um sítio calmo onde podiam nadar à vontade sem que ninguém as pescasse e resolveram ficar por ali. Entretanto, o tempo passou e os três amigos ficaram com saudades das outras douradas e decidiram voltar à costa. Na ausência da Douradinha e os seus amigos algumas douradas foram pescadas e devido à poluição o mar tinha sofrido alterações. O Tito e a Tota tiveram uma ideia e levaram os restantes peixes para o sítio que tinham encontrado durante

as suas viagens pelos mares e oceanos. Quando chegaram ficaram muito felizes e organizaram uma grande festa cheia de comida e jogos para comemorar poderem estar livres sem ninguém os pescar.

Desde então, todos os peixes puderam viver sem a pesca a procurá-los e as três amigas douradas foram crescendo e acabaram por continuar a espécie.

(8 anos, Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade)

A Pintarolas

Era uma vez uma dourada bebé chamada Pintarolas. Vivia em alto mar, junto à costa. A bebezinha teve muita sorte em nascer pois, logo a seguir ao seu nascimento, os seus pais foram comidos por um tubarão.

Os seus vizinhos trataram dela enquanto bebé, mas, quando cresceu, foi-se aventurar nas águas claras. Durante um passeio, à procura de uma casa, encontrou um atum chamado Conserva que a ajudou. Ele sabia de um esconderijo onde havia muitas casas em que a Pintarolas podia ficar. Tornaram-se vizinhos e ficaram grandes amigos. Durante uma das viagens que faziam encontraram um tubarão que quase os comia, mas o atum deu um grito enorme e afastou o tubarão que também tinha comido os pais da Pintarolas. Mais adiante estes dois peixes tiveram a sorte de encontrar uma pérola gigante! Ambos ficaram de olhos esbugalhados e, de seguida, levaram-na para suas casas. Os amigos fizeram muitas mais viagens mas com mais cuidado, mais protegidos mas... com menos aventura.

(9 anos, Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade)

- Exemplo de modelos de peixes criados no software SCRATCH



Figura 4. Peixe inventado no software SCRATCH (9 anos, 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade).

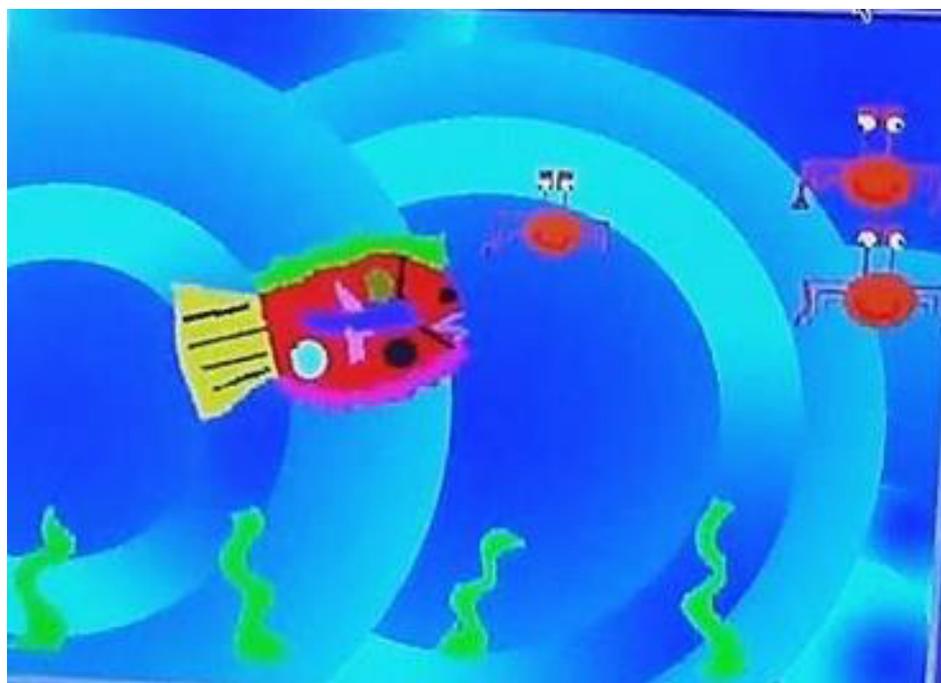


Figura 5. Peixe inventado no software SCRATCH (9 anos, 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade).

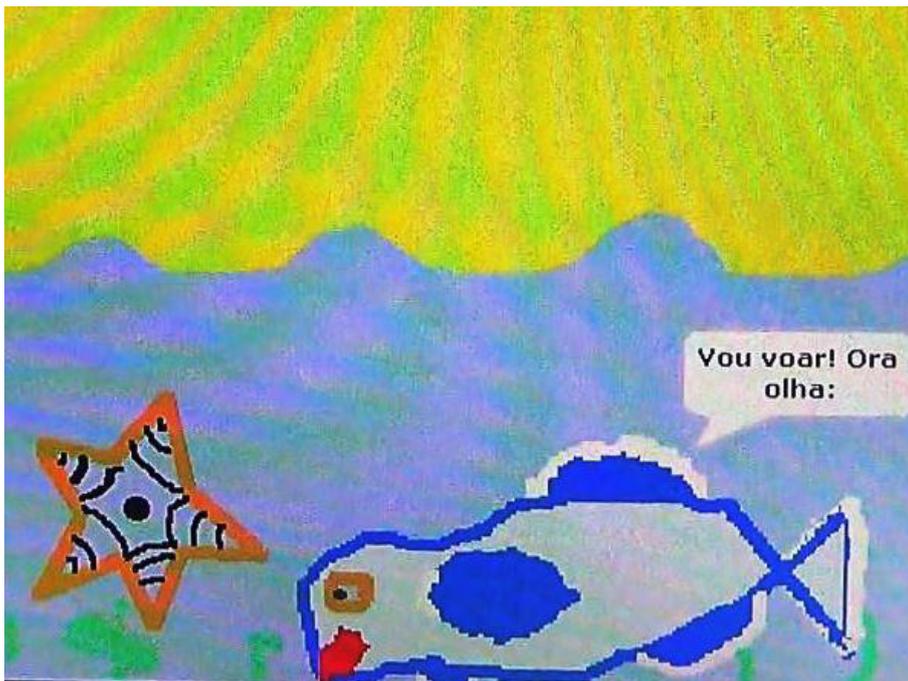


Figura 6. Peixe inventado no software SCRATCH (8 anos, 3º A da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade).

b) Visita à zona entre-marés



Figura 7. Painel (inacabado) representativo da plataforma rochosa da Praia de Alpertuche (Sesimbra) elaborado pelos alunos de 3º A da Escola Básica Integrada da Boa Água, da Quinta do Conde.

- Exemplo de Bilhete de Identidade de algumas espécies

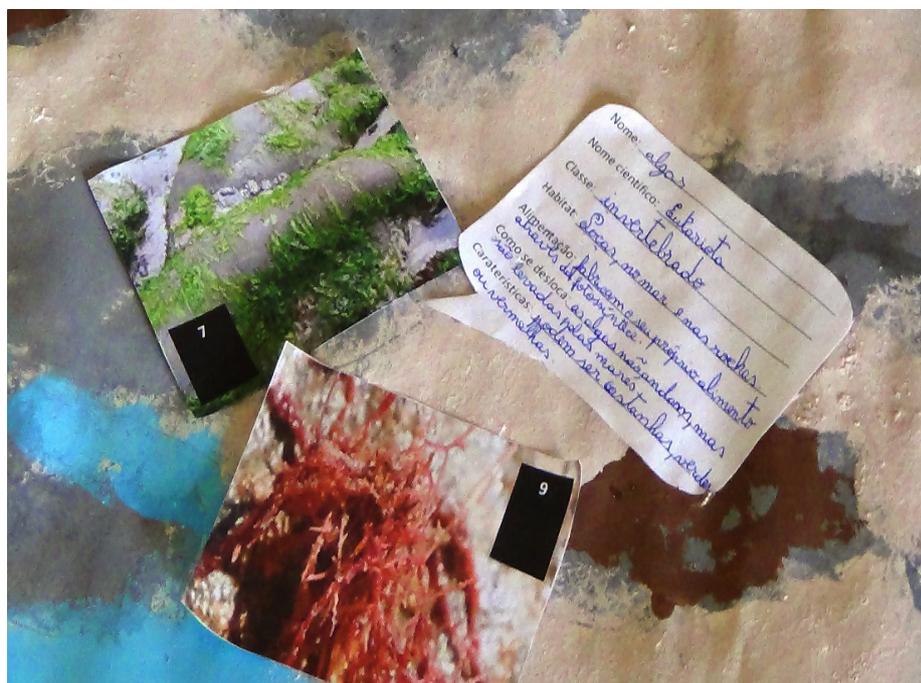


Figura 8. Bilhete de identidade das algas elaborado por um grupo de alunos do 3ºL da Escola Básica Integrada da Boa Água, Quinta do Conde.

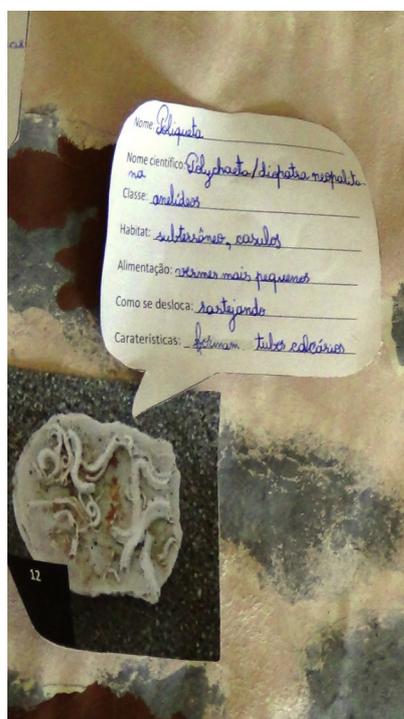


Figura 9. Bilhete de identidade dos poliquetas elaborado por um grupo de alunos do 3ºL da Escola Básica Integrada da Boa Água, Quinta do Conde.

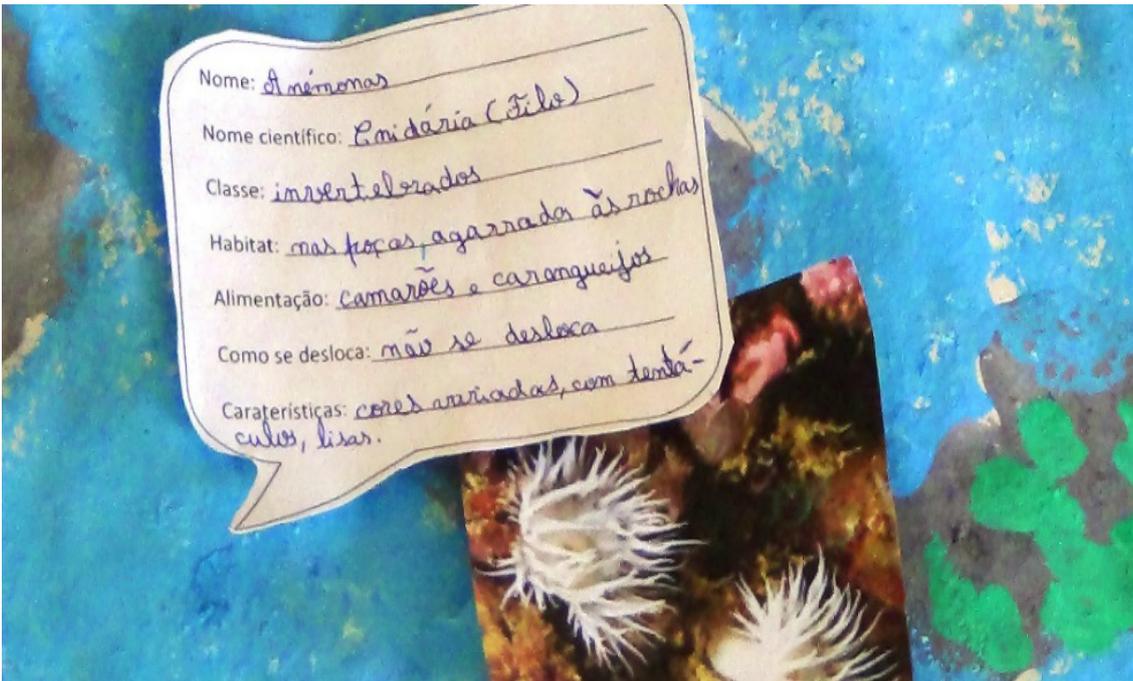


Figura 10. Bilhete de identidade das anémonas elaborado por um grupo de alunos do 3ºL da Escola Básica Integrada da Boa Água, Quinta do Conde. (Nota: No modo como se desloca deveria estar “com o pé”).

c) Visita ao Aquário Vasco da Gama

- Exemplo de Bilhete de Identidade de algumas espécies

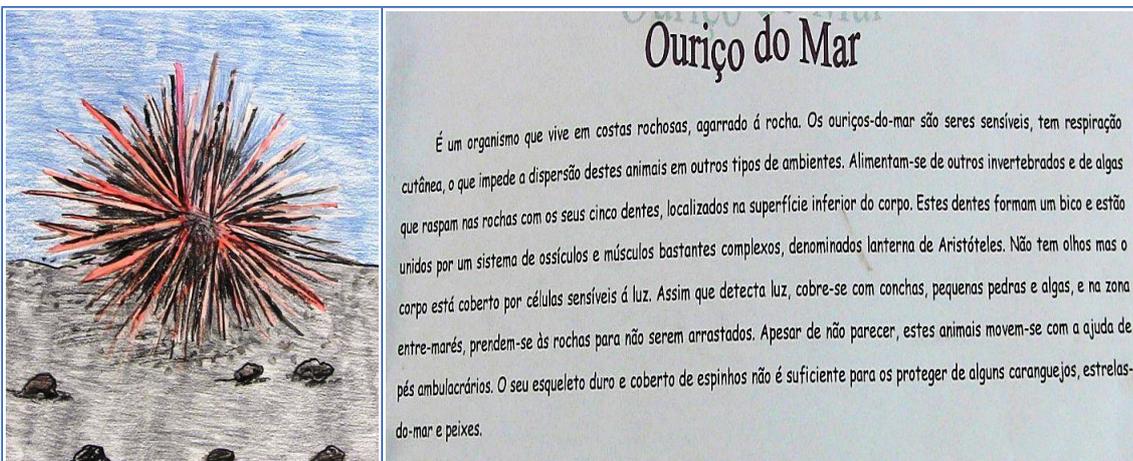


Figura 11. Bilhete de Identidade do Ouriço-do-mar elaborado por um grupo de alunos do 4ºA da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade.

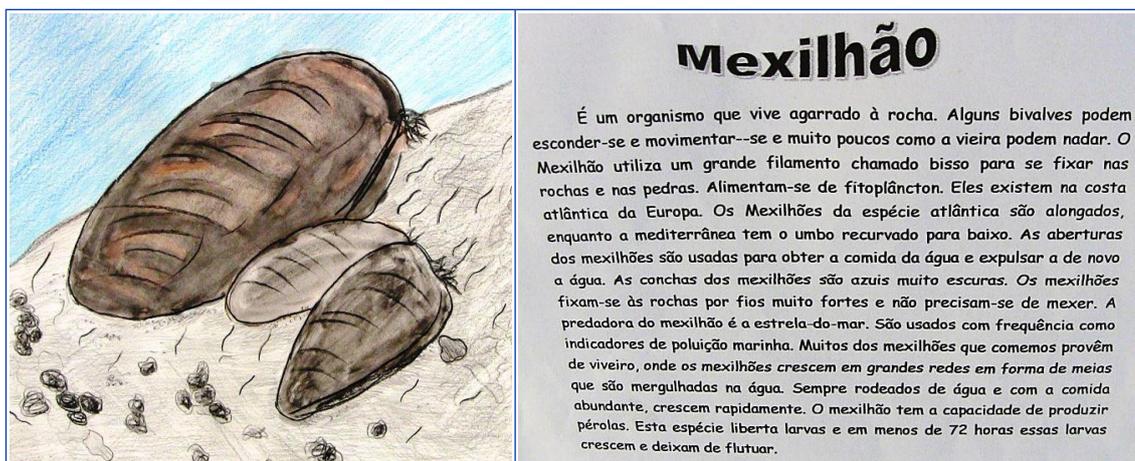


Figura 12. Bilhete de Identidade do Mexilhão elaborado por um grupo de alunos do 4ªA da Escola Básica N.º 2 da Cova da Piedade.

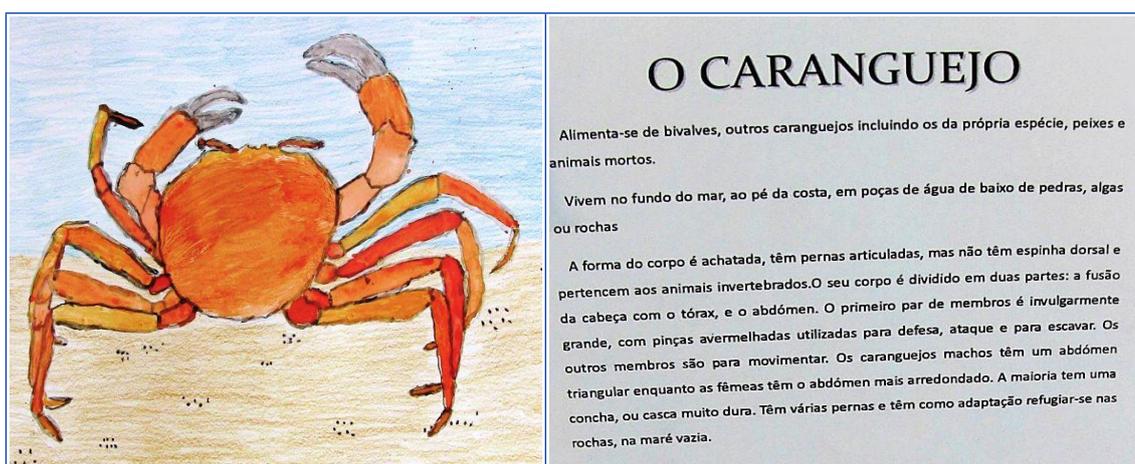


Figura 13. Bilhete de Identidade do Caranguejo elaborado por um grupo de alunos do 4ªA da Escola Básica N.º2 da Cova da Piedade.

Investigação 2: Aquecimento global e oceanos

- Exemplo de cartazes elaborados

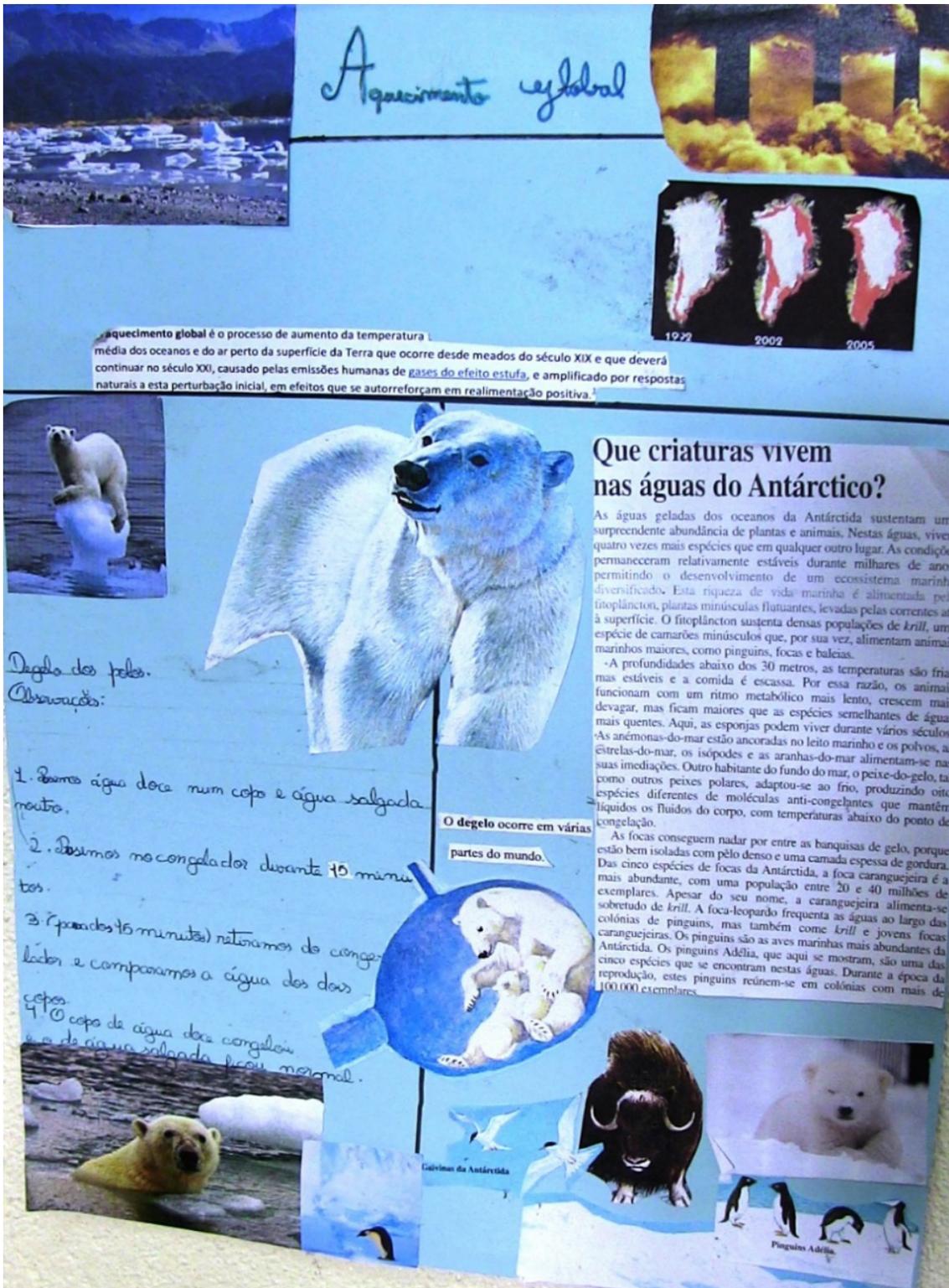
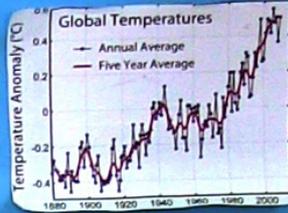


Figura 14. Cartaz elaborado por um grupo de alunos do 4º A dos Jardins Escola João de Deus da Estrela.

AQUECIMENTO GLOBAL



O aquecimento global é o processo de aumento da temperatura média dos oceanos e do ar perto da superfície da Terra que ocorre desde meados do século XIX e que deverá continuar no século XXI, causado pelas emissões humanas de gases do efeito estufa, e amplificado por respostas naturais a esta perturbação inicial, em efeitos que se autorefletem em realimentação positiva.



Global Temperatures
— Annual Average
— Five Year Average



A luz do Sol é muito importante para todos os seres vivos da terra. Mas há certos raios do Sol que são prejudiciais: são os raios ultravioletas. Numa zona superior do ar que existe sobre o planeta há uma camada de gás ozono. O ozono absorve muitos dos raios ultravioletas do Sol e impede que eles nos façam mal.



A 20 de julho de 2009, os cientistas do Centro Nacional de Dados Climáticos dos Estados Unidos, informaram à imprensa que os oceanos estão com a temperatura média de 17 °C, a mais alta desde 1880, quando se iniciaram os registos.

A nossa experiência

Primeiro começámos por encher um balão com ar e demos-lhe um nó. Fizemos o mesmo com outro mas que enchemos com água. Em seguida aproximámos um aquecedor dos dois balões durante cerca de 30 segundos. Enchemos um copo com água da torneira e um com a água que estava no balão. Pusémos a mão em cada copo e verificámos que a água mais quente.

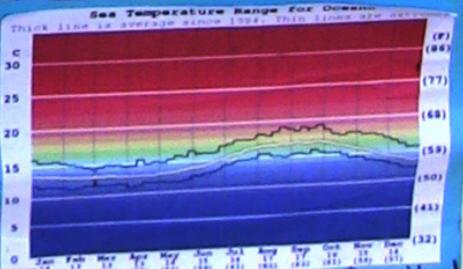
MUDANÇA DA TEMPERATURA DOS MARES E DOS OCEANOS.

Em baixo podem ver um gráfico com o histórico da temperatura da superfície do mar no Oceano, que resulta das análises das medidas oceanográficas feitas por satélite durante duas décadas.

Um relatório divulgado pelo Programa Internacional para o Estado dos Oceanos (IPSO), adverte que a saúde e o bem estar dos oceanos se está a poluir mais rapidamente do que se pensava em decorrência do aquecimento global.



Fonte: Notícias, António Rosário Lourenço - Dárioano, Leonora, Iza, João, Joana, Miguel



Sea Temperature Range for Ocean
Thick line is surface range 1994. Thin lines are 1979-2000

| | |
|----|------|
| 30 | (86) |
| 25 | (77) |
| 20 | (68) |
| 15 | (59) |
| 10 | (50) |
| 5 | (41) |
| 0 | (32) |

Figura 15. Cartaz elaborado por um grupo de alunos do 4º A dos Jardins Escola João de Deus da Estrela.



Figura 16. Cartaz elaborado por um grupo de alunos do 4º A dos Jardins Escola João de Deus de Alvalade.



Figura 17. Cartaz elaborado por um grupo de alunos do 4º B dos Jardins Escola João de Deus de Alvalade.

Investigação 3: O sonho do rei D. Carlos I e os peixes de profundidade

- Exemplo de diários de bordo

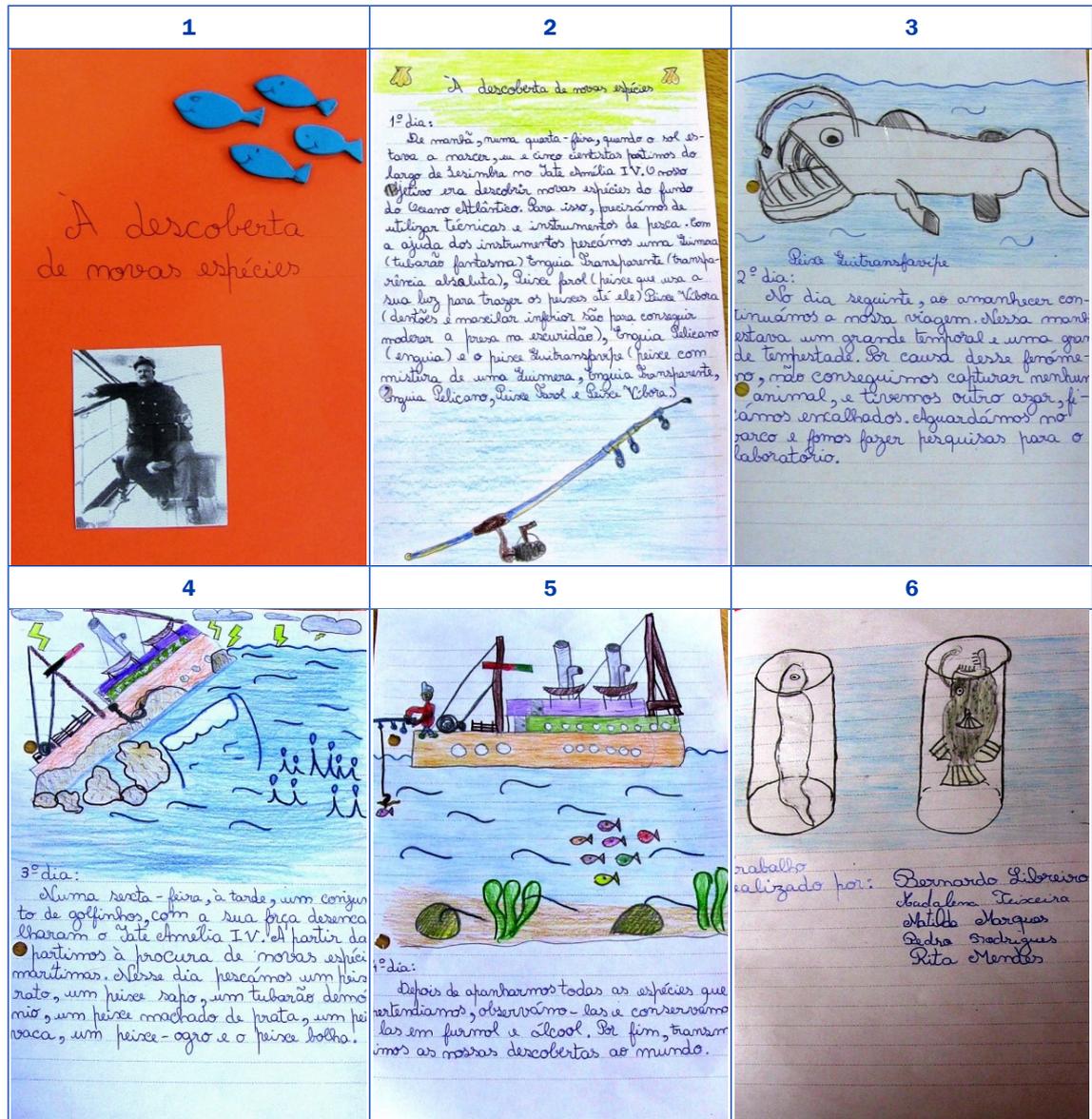


Figura 18. Diário de bordo elaborado por um grupo de alunos do 4º A da Escola Básica Nº. 2 da Cova da Piedade.

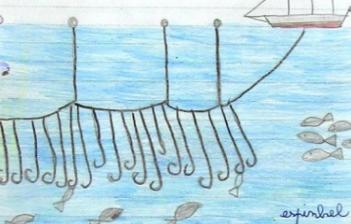
| 7 | 8 | 9 |
|---|--|---|
| <p>São dias a navegar</p> <p>Segundo dia - sexta - feio</p> <p>No dia 1 de maio, às 15 horas do ano de 1899, nós partimos de Lisboa para Seixal, para uma viagem com o rei D. Carlos.</p>  <p>Rei D. Carlos</p> <p>Nós pensamos que o íate do rei era grande e rápido, como se uma coltra e uma chita tivessem um filho. Imaginamos que tinha vários aquecedores e era alto como uma girafa. Até chegarmos, o rei D. Carlos estava à nossa espera: chás, depois de 0 cumprimentos, perguntámos:</p> <ul style="list-style-type: none"> que espécies de peixes tinha que nos eram mais | <p>- Não sei, o mar é que decide! - afirmou o rei. Quando entramos no iate, vimos maxilhões com a sua beleza. Os corredores havia imensas janelas transparentes cobertas por imensos instrumentos de pesca, canas de pesca, redes, entre outros...</p>  <p>cana de pesca e rede de pesca</p> <p>O quarto era todo luxuoso. Estava revestido de ouro e cheio de tapetes. No quarto havia secretárias onde</p> | <p>O rei D. Carlos pensava que iria gostar. Enquanto andávamos no barco iam-se vendo fotografias do rei D. Carlos, dos seus amigos e dos seus familiares. Alguns roles estava o laboratório e, atraído pela curiosidade, entramos. O que vimos foi... imensas espécies de animais conservados em formol e álcool.</p> <ul style="list-style-type: none"> o iate cozinha estava cozinhando a preparar comida com batatas cozidas e a sobremesa mousse.  <p>Yate Amélia III</p> |
| 10 | 11 | 12 |
|  <p>gosto</p> <p>Segundo dia - Sábado</p> <p>No dia 2 de maio do ano de 1899, às 7:30 nós estávamos a apanhar o bicho no mar, pescando sardinhas e carapuças até que o rei D. Carlos pescou um peixe desconhecido que escapou:</p>  <p>peixe desconhecido</p> | <p>Transformamos o espínhal à água, para pescar o tal peixe desconhecido</p>  <p>espínhal</p> <p>O primeiro apareceu um peixe Rato, à segunda apareceu um peixe Escorpião, à terceira apareceu um peixe desconhecido mas, com a sua brutal força, voltou para a água, impossível apanhá-lo. Os outros não desistiram e continuámos. Obtivemos um peixe Escorpião, um peixe Rato, um peixe Bicho, um enguia Pelicano, um tubarão Merquillador e serpente de mar, até que pescámos o peixe</p> | <p>desconhecido. Ele tinha um enorme nariz, uns dentes muito afiados, uma cauda muito fina, como a de uma anguila e dois olhos gigantes para atrair as suas presas. Levamo-lo para o laboratório com muita precaução para que não caísse e molhasse para o mar. Transformamos uma sala normal num laboratório. Conservámos o peixe num jarro com formol e álcool.</p> <p>Terceiro dia - Domingo</p> <p>No dia 3 de maio de 1899, às 9h 10m, nós reparámos que não havia nenhum peixe igual aquele. Então decidimos mandar uma carta ao rei Alberto I do Mónaco para saber se lhe conhecia o nome. Ele respondeu que não sabia e nós observámos melhor as suas características e decidimos chamá-lo: o bicho clarão. Terminamos os cais, terminada a expedição. Ficámos muito felizes por termos, pela primeira vez, um animal, sobretudo com o Rei D. Carlos, numa altura, e nós não ficámos no contentamento nos oceanógrafos.</p> |

Figura 19. Diário de bordo elaborado por um grupo de alunos do 4º A da Escola Básica Nº. 2 da Cova da Piedade.

Notas Biográficas

Cláudia Faria é bióloga, mestre em Etologia, e doutorada em Biologia - Ecologia e Biossistemática e em Educação - Didática das Ciências. Tem uma pós-graduação em Educação - Didática das Ciências e em Análise de Dados em Ciências Sociais. Exerce a sua atividade profissional como Investigadora Principal e como docente no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Desenvolveu investigação em Ecologia Marinha, e atualmente a sua atividade científica centra-se na Educação em Ciência, nomeadamente no desenvolvimento de estratégias inovadoras a ser implementadas no ensino das ciências em contextos formais e não formais (no âmbito da qual coordenou o projeto iLit).

Diana Boaventura é licenciada em Biologia - Recursos Faunísticos e Ambiente, mestre em Ecologia, Gestão e Modelação dos Recursos Marinhos e doutora em Ciências do Mar – Ecologia Marinha. Tem ainda uma pós-graduação em Educação com especialização em Didática das Ciências. Exerce a sua atividade profissional como docente na Escola Superior de Educação João de Deus (ESEJD). As atuais áreas de interesse na investigação científica são Ecologia Marinha (Centro de Ciências do Mar e do Ambiente - MARE) e Educação em Ciência (ESEJD e colaboração com o Instituto de Educação da UL).

Raquel Gaspar é licenciada em Biologia - Recursos Faunísticos e Ambiente, doutora em dinâmica populacional e conservação de cetáceos e pós-doutorada em comunicação de ciência (Associação Viver a Ciência). O seu trabalho divide-se entre a biologia marinha (monitorização da população de roazes do Sado) e a educação para a ciência, dirigida à primeira infância, professores e ao público em geral, tendo coordenado/participado em vários projetos nacionais e internacionais. Atualmente dedica-se à educação marinha através do projeto Ocean Alive – cooperativa para a Educação Criativa Marinha.

Elsa Guilherme é licenciada em Biologia, mestre em Biologia Humana e Ambiente, e tem uma pós-graduação em Ciências Biomédicas. Trabalha no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa como bolsista de investigação, e a sua área de investigação atual está focada em Educação em Ciência e literacia científica. Desde 2005 que tem desenvolvido vários projetos de investigação nas áreas de ecologia terrestre, microbiologia e mais recentemente em Educação em Ciência.

Sofia Freire é psicóloga, e doutorada em Educação. É membro da Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Os seus interesses situam-se, sobretudo, na investigação centrada nos aspetos cognitivos e sociais envolvidos na aprendizagem, em particular no contexto de educação em ciências. Nos últimos anos, tem participado em diversos projetos internacionais e nacionais, relacionados com o currículo de ciências e desenvolvimento profissional dos professores, bem como motivação e aprendizagem dos alunos em aulas de ciências.

Isabel Chagas é doutorada em Educação - Didática das Ciências, e Professora Auxiliar no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. A sua atividade científica, no quadro da Educação em Ciência, centra-se no estudo dos efeitos da utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação nas aprendizagens em contextos formais, não formais e informais. Atualmente analisa os modos de utilização de procedimentos síncronos (e.g. webinars, webconferências) e das redes sociais na formação formal e não formal de professores no domínio da Educação para a Saúde, em particular, da Educação Sexual.

Cecília Galvão é doutorada em Educação, Agregada em Didática das Ciências, Professora Catedrática do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e coordena o grupo de investigação de Didática das Ciências. Desenvolve investigação na área de Didática das Ciências e Desenvolvimento Profissional dos Professores. Coordenou o grupo responsável pelas Orientações Curriculares das Ciências Físicas e Naturais para o 3º ciclo do Ensino Básico, implementado em 2002. Tem coordenado vários projetos internacionais e nacionais na área de Didática das Ciências. É a coordenadora portuguesa do projeto Internacional FP7 SAILS, financiado pela União Europeia e coordenado pela Universidade de Dublin.