

MARIA CAROLINA OLIVEIRA MACHADO

**APRENDIZAGEM ATIVA NAS CIÊNCIAS NATURAIS:
FUNDAMENTAÇÃO E PROPOSTA DE ATIVIDADES**

Orientador: Professor Doutor João Richau Cagarrinho

Co-orientador: Mestre Anabela Gonçalves Cruces

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia e Ciências Naturais

Lisboa

2013

MARIA CAROLINA OLIVEIRA MACHADO

**APRENDIZAGEM ATIVA NAS CIÊNCIAS NATURAIS:
FUNDAMENTAÇÃO E PROPOSTA DE ATIVIDADES**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em
Ensino da Biologia e Geologia para o 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário
conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Orientador: Professor Doutor João Richau Cagarrinho
Co-orientador: Mestre Anabela Gonçalves Cruces

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Engenharia e Ciências Naturais

Lisboa
2013

AGRADECIMENTOS

Neste espaço, quero deixar o meu agradecimento a quem contribuiu, de algum modo, para a elaboração desta dissertação.

Em primeiro lugar, aos meus orientadores, Professor Doutor João Richau e Mestre Anabela Cruces, pela disponibilidade demonstrada em orientarem este trabalho e pela ajuda que me foram prestando ao longo de todo este processo. Com eles estabeleci, para além de laços profissionais, laços de amizade que, apesar de tudo, nunca foram entrave a uma visão de profissionalismo em relação ao trabalho desenvolvido. De salientar o que com eles aprendi, enquanto professores de disciplinas do Mestrado, e que me levou a escolher o tema desta dissertação.

Outros professores de disciplinas do Mestrado contribuíram também, embora inconscientemente, para a escolha deste tema. Ao fim de tantos anos afastada do papel de aluna, foi com imenso prazer que retomei esse lugar para assistir às aulas de professores como o Professor Doutor José Duarte, excelente comunicador, que me lembrou que os professores não devem ser transmissores de informação mas sim orientadores da aprendizagem e que “o menos é mais”, ou seja, devemos ser mais seletivos, enquanto professores, do que é verdadeiramente importante os nossos alunos saberem para se tornarem cidadãos conscientes e literados.

Um agradecimento à minha amiga Lourdes Lory Costa, professora de Inglês, que me ajudou na revisão do Abstract,

Por último, agradeço à minha família, marido e filhos, o apoio demonstrado para levar a cabo esta tarefa em que me empenhei.

RESUMO

A constatação da deficiente literacia científica da maioria dos nossos alunos e da dificuldade que eles têm em contextualizar no mundo real o que aprendem nas aulas, levou à elaboração do presente trabalho, em que se destaca a importância de uma aprendizagem ativa, centrada no aluno, e da utilização do método indutivo em sala de aula. Desse modo, aconselha-se a utilização de situações reais e concretas, numa perspetiva CTSA (Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente), para se ensinarem conceitos e teorias científicas (Ciência Pura) e não o contrário, como acontece a maior parte das vezes.

Esta defesa de uma aprendizagem ativa foi fundamentada nos conceitos de aprendizagem significativa de Ausubel, de construtivismo de Novak e de socioconstrutivismo de Vygotsky.

Sugerem-se algumas estratégias de aprendizagem ativa que podem ser aplicadas em qualquer disciplina, algumas mais simples, outras mais complexas, de modo a que possam ser utilizadas tanto no Ensino Básico como no Ensino Secundário.

Partindo de um estudo prévio dos currículos das disciplinas de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico e de Biologia e/ou Geologia do Ensino Secundário, e, constatando a pertinência do tema globalizante escolhido, «O Homem como Agente de Mudança Ambiental», relativamente aos conteúdos programáticos neles incluídos, foram elaboradas algumas propostas de atividades, que podem ser exploradas de diversos modos, consoante o professor e o público-alvo a que elas se destinam. Essas atividades vão desde questionamento simples em sala de aula ou análise de artigos de jornais ou revistas até saídas de campo ou conceção e realização de atividade experimentais.

PALAVRAS-CHAVE

Literacia científica

Aprendizagem ativa

Processo ensino/aprendizagem

Perspetiva CTSA

Mudança ambiental

ABSTRACT

Being aware of the deficient scientific literacy of the majority of our students and their difficulty in contextualizing in the real world, what they learn in classes, led to the development of the present work, in which the importance of active learning, focused in students, and the inductive method in the classroom are emphasized. Thus it is recommended the use of real and concrete situations in a STSE (Science/ Technology/ Society/ Environment) perspective, to teach scientific concepts and theories (Pure Science) and not the contrary, as it happens most of the times.

This defense of an active learning was based on the concepts of Ausubel's meaningful learning, Novak's constructivism and Vygotsky's social constructivism.

Several strategies of active learning, that can be applied to any school subject, are proposed in this work - some simpler, others more complex, so as to be used both in Basic or Secondary School.

Starting from a previous study of Sciences Curricula, either of Basic or Secondary School (Natural Science, Biology, Geology), and evidencing the relevancy of the chosen global theme "The Man as an Agent of Environmental Change" concerning those programmatic science contents, some proposals for activities have been made, so that they can be explored in various ways, depending on the teachers and the type of students they are handling. These activities range from simple questioning strategies in class or analysis of newspaper and magazine articles, to more complex ones, like field trips or the conception and realization of an experimental activity.

KEY-WORDS

Scientific literacy

Active learning

Teaching/Learning Process

STSE Perspective

Environmental Change

ACRÓNIMOS E SIGLAS

CPLP – Comunidade dos países de Língua Portuguesa
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DN – Despacho Normativo
NRC – National Research Council
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milénio
OECD – Organisation for Economic Co-operating Development
PISA – Programme for International Student Assessment

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	8
1. Aprendizagem ativa: porquê?	9
2. Objetivos	12
3. Metodologia	13
4. Estrutura	14
II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
1. Aprendizagem ativa: o que é e qual a sua importância	17
2. Aprendizagem significativa	19
3. Construtivismo	21
4. Socioconstrutivismo e aprendizagem cooperativa	23
5. A eficácia do processo de ensino/aprendizagem	25
6. Mas será que a aprendizagem ativa resulta?	28
7. Vantagens e inconvenientes da sua implementação	29
III. MÉTODOS E ESTRATÉGIAS PARA UMA APRENDIZAGEM ATIVA	31
1. Características das estratégias de aprendizagem ativa	32
2. O método indutivo	33
2.1. Inquérito	33
2.2. Resolução de problemas	34
2.3. Elaboração de projetos	34
2.4. Estudos de caso	34
3. Aprendizagem cooperativa	35
4. Outras estratégias	36
IV. PROPOSTA DE ATIVIDADES	40
1. Criação de novos materiais	41
2. O tema globalizante, os subtemas e as atividades	42
3. Proposta de atividades	44
3.1. Subtema 1: Mudanças climáticas	46
3.1.1. Será o Homem o único responsável?	46
3.1.2. A intervenção do Homem	64
3.2. Subtema 2: Regiões costeiras em risco	81
3.2.1. Transgressões e regressões	81

3.2.2. Ocupação antrópica do litoral	104
3.2.3. Avanço da intrusão salina e salinização dos solos	118
3.3. Subtema 3: Aquecimento global: benéfico ou prejudicial para a vida?	132
V. CONCLUSÕES	160
1. O papel do professor no processo de ensino/aprendizagem	161
2. Contributo deste trabalho	161
3. Sugestões para trabalhos futuros	162
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
VII. APÊNDICE – ESTUDO PRÉVIO	I
VIII. ANEXOS	XII
ANEXO I	XIII
ANEXO II	XV
ANEXO III	XVI
ANEXO IV	XXI
ANEXO V	XXIX

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – O Cone de Experiência de Dale	18
Figura 2 – Relação entre aprendizagem (mecânica/significativa) e ensino (por recepção/por descoberta)	20
Figura 3 – Taxonomia da aprendizagem significativa, segundo Fink	21
Figura 4 – Uma perspectiva sobre o ensino eficaz	26
Figura 5 – Visões da História da Ciência	39

I. INTRODUÇÃO

“O objetivo principal da ciência escolar é a qualidade sobre a quantidade, o significado sobre a memorização e a compreensão sobre o conhecimento”

Mintzes, Wandersee e Novak (1998)

1. Aprendizagem ativa: porquê?

Os tempos mudaram. Os alunos deixaram de ser apenas caras com olhos fixos em nós, que pareciam absorver tudo o que lhes dizíamos. Agora, quase que não lhes vemos a cara. Ou porque estão virados para trás a conversar com um colega, ou porque estão entretidos a fazer qualquer coisa que não diz respeito à aula, ou, no pior dos cenários, porque nem sequer estão sentados no seu lugar e cirandam pela sala. Estes alunos parecem não sentir qualquer responsabilidade pela sua aprendizagem nem pela aprendizagem dos outros.

No entanto, eles são obrigados a estar ali, pelo menos até completarem a escolaridade obrigatória. Por que não tornar a vida mais fácil, a eles e a nós, professores? E isso só será possível se os cativarmos, se os motivarmos para as nossas aulas.

Há, ainda, os alunos que tentam desesperadamente aprender mas que, muitas vezes, não vêem refletido na sua avaliação o esforço que realizaram. O que terá corrido mal? O método de ensino do professor, a estratégia de aprendizagem do aluno ou o método de avaliação? Na maior parte dos casos, os três. Em muitas situações, o aluno é incentivado apenas a desenvolver capacidades cognitivas de nível mais baixo, como, por exemplo, memorizar. A memorização é uma competência importante mas o que apenas é memorizado facilmente é esquecido. É necessário desenvolver nos alunos outro tipo de competências, de nível mais elevado, como sejam analisar, refletir, interpretar, avaliar, concluir, etc. Só assim o aluno pode verdadeiramente aprender.

Para além disso, verificamos que os alunos, de um modo geral, estabelecem pouca relação entre o que aprendem na escola e a realidade do dia-a-dia, ou seja, há uma descontextualização dos conteúdos a aprender, o que pode ser mais um dos fatores de desmotivação na aprendizagem. Este facto pode estar relacionado com uma ineficiente transposição didática por parte dos professores, que não conseguem “mobilizar os seus conhecimentos, transformando-os em situações de aprendizagem” (Alves, Téran & Forsberg, 2011, p.17), ou seja, transformar os conhecimentos que possuem em conhecimentos ensináveis e aprendíveis.

A literacia científica dos nossos alunos é bastante reduzida, referindo-se esta, “ao conhecimento científico e seu uso para identificar questões, adquirir novo conhecimento, explicar fenómenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências; à compreensão das diferentes características da ciência como forma de conhecimento e pesquisa; à interiorização de como a ciência e a tecnologia “moldam” o nosso meio natural, intelectual e cultural e ao desejo de participar, como cidadão, em todos os aspetos que a ciência abarque” (Organisation for Economic Co-operating Development [OECD], 2010, Volume I,

p.137). Ao implementar o seu Programme for International Student Assessment (PISA), a OECD pretendia ver respondidas questões como “Estarão os estudantes bem preparados para enfrentarem os desafios do futuro? Será que eles conseguem analisar, pensar e comunicar as suas ideias de um modo efetivo? Terão eles encontrado os motivos que farão deles membros produtivos de uma sociedade?” (OECD, 2010, Volume III, p.17).

Apenas desenvolvendo nos nossos alunos a sua literacia científica estamos a contribuir para que eles se tornem cidadãos conscientes, capazes de “usar a informação científica para fazer as escolhas que surgem todos os dias e de se envolverem inteligentemente no discurso e no debate público acerca de temas importantes que envolvam a ciência e a tecnologia” (National Research Council¹). Também para Murcia, “ser literado cientificamente está relacionado com ter conhecimentos mas também com o ter interesse e disposição para os usar na compreensão dos diferentes fenómenos que nos rodeiam no dia-a-dia” (Murcia, 2005, p.40). E, tal como sugerido por Michael, melhorar a literacia dos nossos alunos passa pelo reforço nas estratégias de aprendizagem ativa (Michael, 2006). “Pôr os alunos a trabalhar” (Perrenoud, 1993, p. 26) é um dos aspetos essenciais para uma eficaz transposição didática.

Já em 1984, Volpe² criticava:

“Public understanding of science is appalling. The major contributor to society's ignorance of science has been our educational system. The inability of students to appreciate the scope, meaning, and limitations of science reflects our conventional lecture-oriented curriculum with its emphasis on passive learning. The student's traditional role is that of passive note-taker and regurgitator of factual information. What is urgently needed is an educational program in which students become interested in actively knowing, rather than passively believing.” (Michael, 2006, p.159)

Parece, então, evidente que precisamos de fazer alguma coisa para mudar a maneira como a ciência é ensinada. É necessário, cada vez mais, uma mudança de mentalidades, quer dos alunos, quer dos professores. Os primeiros precisam de assumir a responsabilidade da sua aprendizagem, deixando de ser ouvintes passivos para serem aprendizes ativos; os segundos precisam de deixar de se ver como os detentores da verdade e aprender a delegar as suas responsabilidades sobre a aprendizagem dos alunos nos próprios alunos. “Os professores bem preparados podem esperar ter uma vantagem

¹ National Research Council [NRC] (1996). *Nacional Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press. In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000). *Ensinando Ciência para a Compreensão. Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (publicação original 1998)

² Volpe, E.P. (1984). The shame of science education. *Am Zoologist*, 24, 433-441 In Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159-167

decisiva em qualquer negociação de significados, contudo, precisam de reconhecer e admitir os limites do seu conhecimento e aceitar, talvez com alguma humildade, que a verdade é um objetivo enganador” (Mintzes, Wandersee & Novak, 1998/2000, p.61). Para além disso, os professores devem adotar estratégias de aprendizagem que envolvam os alunos mais ativamente no processo de aprendizagem, que não deixem de utilizar a memorização mas que se centrem principalmente na resolução de problemas, levando a que a aprendizagem se torne mais duradoura e significativa.

É verdade que, muitas vezes, os professores receiam a perda de controlo sobre os seus alunos, se deixarem de ser o centro das atenções da aula. Mas o que é mais importante? Mantermos os nossos alunos «controlados» ou desenvolver neles competências que os prepare para participarem ativamente numa sociedade cada vez mais exigente, em que a ciência e a tecnologia ocupam um papel muito significativo?

Outra dificuldade na mudança de estratégias dos professores é o próprio sistema educacional em que estamos inseridos. Por muito que o desenvolvimento de outro tipo de competências, para além das cognitivas, estejam referenciadas nos diferentes currículos, o facto é que muitos aspetos impedem a sua concretização, nomeadamente, a dimensão das turmas, a extensão dos programas, a imposição de programas cumpridos, etc. Valoriza-se a quantidade em detrimento da qualidade.

Os professores devem, no entanto, encorajar uma aprendizagem ativa e desenvolver, sempre que possível, estratégias de ensino que a favoreçam, permitindo aos alunos construir o seu próprio conhecimento. Essas estratégias podem ser individuais ou de grupo, menores ou maiores, umas mais complexas do que outras. Algumas implicam um maior dispêndio de tempo e uma maior organização por parte do professor, mas outras apresentam-se como estratégias bastante simples e de fácil aplicação em qualquer aula, mesmo intercaladas com estratégias em que a aprendizagem é mais passiva. Algumas, tão simples como o questionamento ao longo da aula ou o pedir ao aluno que faça um breve resumo, por escrito, do que aprendeu de mais relevante na aula, podem facilmente ser implementadas em qualquer aula, de qualquer disciplina. Especificamente em relação às Ciências Naturais, os seus currículos são propícios a este tipo de estratégias, pois permitem integrar nas aulas «o mundo real», assim como desenvolver atividades semelhantes às desempenhadas pelos cientistas, “não apenas fazendo, mas também refletindo, avaliando, analisando, sintetizando ou comunicando” (Smith & Cardaciotto, 2011, p.54).

Nesta perspetiva, os currículos devem ser uma orientação para o trabalho do professor, que os deve encarar como documentos de referência, mas que devem ser flexíveis, permitindo a introdução de ideias novas e melhoramentos.

2. Objetivos

Tendo como ponto de partida a defesa da aprendizagem ativa, fundamentada nas teorias de aprendizagem significativa de Ausubel, de construtivismo de Novak e de socioconstrutivismo de Vygotsky, este trabalho tem como objetivo sugerir algumas estratégias, assim como atividades e materiais didáticos aplicáveis em contexto de sala de aula, dentro do currículo de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico e de Biologia e Geologia do Ensino Secundário.

O ensino deve levar a uma aprendizagem conceptual disciplinar mas também à preparação para o exercício da cidadania (Santos, 1999). Desse modo, não basta ensinar conceitos científicos (Ciência Pura) mas é necessário contextualizá-los no mundo real (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - CTSA). Essa contextualização passa por incorporar no ensino vivências concretas e diversificadas do passado mas também aplicar o que se aprendeu, em vivências futuras. Tal como defendido por Santos, devemos educar os nossos alunos em Ciência (ensinando conceitos), sobre Ciência (ensinando sobre a história e o papel da Ciência) e pela Ciência (desenvolvendo o seu carácter formativo e cultural) (Santos, 1999). Desta transposição didática da Ciência Pura em Ciência para todos depende a literacia científica dos cidadãos do futuro.

Esta consciência da crescente interação Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente coloca importantes desafios aos professores, em particular aos de Ciências Naturais/Biologia e Geologia, que deverão procurar, não apenas formar os alunos no domínio do conhecimento académico, mas desenvolver igualmente o seu sentido de responsabilidade face aos problemas contemporâneos e estimular a sua auto-aprendizagem.

A importância dada à relação Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente é cada vez mais evidente nos diferentes currículos, o que se espelha na maioria dos manuais escolares. No entanto, parte-se, quase sempre, da conceção de Ciência Pura para se atingir a conceção CTSA, ou seja, primeiro ensinam-se os conceitos para depois os aplicar ao mundo real. Com este trabalho pretende-se inverter um pouco esta tendência. Desse modo, em algumas das atividades propostas parte-se de situações concretas, atuais e relevantes (CTSA), apresentadas por pequenos textos ou imagens, que podem ser extraídos de notícias ou artigos de revistas, para se chegar aos conceitos (Ciência Pura).

Estas atividades propostas podem ser utilizadas no seu todo ou em parte, podem ser adaptadas ou melhoradas, consoante o pretendido pelo professor e consoante o público-alvo a que se destinam.

Algumas das atividades apresentadas implicam uma maior flexibilidade nos conteúdos programáticos, não sendo possível seguir a ordem pela qual eles são apresentados nos currículos, pois relacionam aspetos que são abordados em diferentes tópicos dos programas curriculares. Aliás, a compartimentação dos assuntos referidos nos diferentes currículos é um entrave a uma abordagem inter e transdisciplinar tão necessária para se “compreender o mundo na sua globalidade e complexidade” (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002, pág.174)

3. Metodologia

Para a elaboração das atividades propostas, foi pensado um «caminho» a seguir. Esse «caminho» teria que ter um fio condutor, ou seja, um tema integrador, tendo sido pensado o tema “O Homem como Agente de Mudança Ambiental”. Para verificar ou não a pertinência do tema relativamente aos conteúdos lecionados na disciplina de Ciências Naturais do 3º Ciclo e na de Biologia e/ou Geologia no Ensino Secundário foi feito um estudo prévio (Apêndice 1), em que se constatou que praticamente todos os conteúdos conceptuais dos diferentes anos de escolaridade apresentam uma ligação ao tema pensado.

Verificada a ligação possível entre o tema «pensado» e os diferentes conteúdos conceptuais, havia várias razões para que o tema passasse a ser o «escolhido». Por um lado, porque permite uma abordagem CTSA dos conceitos científicos a ensinar; por outro lado, pela facilidade com que se consegue estabelecer a ligação entre este tema e os conteúdos programáticos das disciplinas de Ciências Naturais e de Biologia e/ou Geologia; ainda, porque ao atuar como agente de mudança ambiental, o Homem vai influenciar tanto aspetos geológicos como biológicos, o que permite interligar os conteúdos da Geologia e da Biologia e não tratá-los de um modo independente e desligado, como acontece no Ensino Secundário; e por último, pela necessidade premente de despertar nos nossos jovens uma consciência ecológica.

O Objetivo 7 dos ODM (Objetivos de Desenvolvimento do Milénio) é Garantir a Sustentabilidade Ambiental (Anexo I), o que envolve serem atingidas as seguintes metas: integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e inverter a atual tendência para a perda de recursos ambientais; reduzir para metade, até 2015, a percentagem de população sem acesso permanente a água potável; até 2020, melhorar significativamente a vida de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados (Comunidade dos Países de Língua Portuguesa [CPLP], 2009).

É por demais evidente que o destino da Humanidade está dependente do ambiente e que é necessário despertar, de novo, nos jovens uma consciência ambiental, que lhes permita, no futuro, tomarem posições pessoais, sociais, profissionais ou políticas de defesa do património natural do nosso planeta. Se, por um lado, as mudanças ambientais são incontornáveis e se têm verificado ao longo da história da Terra, por outro, o Homem tem agido nos últimos séculos como um agente que acelera essas mudanças naturais e promove outras de grande impacto ambiental: a excessiva emissão de gases poluentes, a sobreexploração dos recursos naturais, a diminuição da biodiversidade, etc. Com este tipo de atuação, o Homem tem provocado grandes intervenções na natureza, alterando o equilíbrio entre os diferentes subsistemas terrestres.

No entanto, existe um paradoxo entre o que dizemos em relação à defesa do ambiente e a atuação de cada um de nós. Todos o queremos defender mas, o que é um facto, é que o presente estado do ambiente tem como uma das principais causas o nosso estilo de vida, baseado no consumo, na abundância e no desperdício (Santos, 1999). Estamos inseridos numa “sociedade na qual valores e normas estão a ser substituídos pelo nível de vida, pelo bem-estar, pelo conforto e pelo consumo” (Santos, 1999, p.105). Daí, a importância crucial de uma educação ambiental orientada para a clarificação de valores já que a questão ambiental é, acima de tudo, uma questão social (Santos, 1999).

Tendo todos estes aspetos em consideração, o tema «O Homem como Agente de Mudança Ambiental» pareceu bastante atual, pertinente e, talvez, motivador.

A partir deste tema globalizante, foram selecionados três subtemas que abordam conteúdos tanto da Biologia como da Geologia e que possibilitam a interdisciplinaridade. Em cada um destes subtemas são sugeridas atividades, que vão do simples questionamento em sala de aula, até a atividades experimentais ou saídas de campo, sempre com o objetivo principal de desenvolver nos alunos diferentes competências.

4. Estrutura

Este trabalho irá constar de quatro partes.

Na primeira parte, encontra-se a fundamentação teórica do tema em estudo, contextualizando-o e fundamentando-o em princípios/teorias. É referida ainda a importância da temática, com a apresentação de opiniões de alguns autores assim como as vantagens e as dificuldades que a aplicação da aprendizagem ativa pode acarretar.

Na segunda parte, encontram-se enumeradas e sucintamente explicadas algumas estratégias de aprendizagem ativa, algumas das quais irão servir de base para a elaboração das atividades propostas na terceira parte.

Na terceira parte, sugerem-se algumas atividades concretas, dentro dos currículos de Ciências Naturais do Ensino Básico e de Biologia e Geologia do Ensino Secundário, tentando sempre seguir o tema orientador referido anteriormente.

Na quarta parte, apresentam-se algumas conclusões que se poderão tirar da elaboração e integração de atividades de aprendizagem ativa, assim como as dificuldades que daí poderão advir e sugestões para trabalhos futuros dentro deste tema.

De seguida, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas.

Por último, inclui-se, como apêndice, todo o trabalho preparatório de análise dos currículos feito com o objetivo de articular os diferentes subtemas com o tema integrador.

Ainda de referir que a norma adotada para citações e referenciação bibliográfica foi a Norma APA, segundo as indicações expressas no documento 'Normas para a Elaboração e Apresentação de Teses de Doutoramento (Aplicáveis a Dissertações de Mestrado) da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

"Minds are like parachutes: they only function when they are open."

James Dewar

1. Aprendizagem ativa: o que é e qual a sua importância

"I see and I forget, I hear and I remember, I do and I understand."

Confucius

"Toda a verdadeira aprendizagem é ativa e não passiva. É um processo de descoberta no qual o aluno, e não o professor, é o principal agente."

Alfred Adler

Mas, afinal, o que é aprendizagem ativa? Para Prince, "aprendizagem ativa é, de um modo geral, qualquer estratégia de ensino que envolva os alunos no processo de aprendizagem" (Prince, 2004, p.223). É responsabilizar os alunos pela sua própria aprendizagem, obrigando-os a serem participantes ativos neste processo.

Porque será importante implementar estratégias de aprendizagem ativa nas nossas aulas? Para todos nós, professores, se torna evidente que é quase impossível captar a atenção de um aluno durante uma aula inteira de noventa minutos. Ao fim de algum tempo, a capacidade de concentração reduz substancialmente, os alunos começam a ficar mais inquietos e o professor precisa de se esforçar muito mais para continuar a ter "na mão" o seu público. Isto acontece, essencialmente, num tipo de aula expositiva convencional, centrada no professor, em que o que o aluno aprende (ou não) é determinado pelo que o professor diz ou faz. É necessário, por isso, que as aulas (ou pelo menos parte delas) se centrem mais no aluno, que o professor desenvolva estratégias de aprendizagem dita ativa, em que o aluno precise de se manter mental e fisicamente envolvido.

Vários estudos foram feitos sobre a capacidade de retenção de informação perante diferentes estratégias. Edgar Dale, em 1969, após vários estudos realizados, apresentou a teoria de que os alunos retêm mais informação "fazendo" do que "ouvindo", "lendo" ou "observando" (Educational Experiences and Experiments of a Computer Scientist [EduTechnorama], 2007). Este conceito do "learning by doing" é representativo de uma aprendizagem ativa e, só por si, dá um enorme valor à percepção de Confúcio acima citada, embora este considere mais importante o "ouvir" do que o "ver", enquanto Dale privilegia o "ver" (no que diz respeito a imagens e não palavras), em detrimento do "ouvir".

A teoria de Dale foi esquematizada no Cone de Experiência de Dale, representado na figura 1, onde se pode constatar que quanto mais ativa for a participação do aluno no processo de aprendizagem, maior é a sua capacidade de retenção de informação.

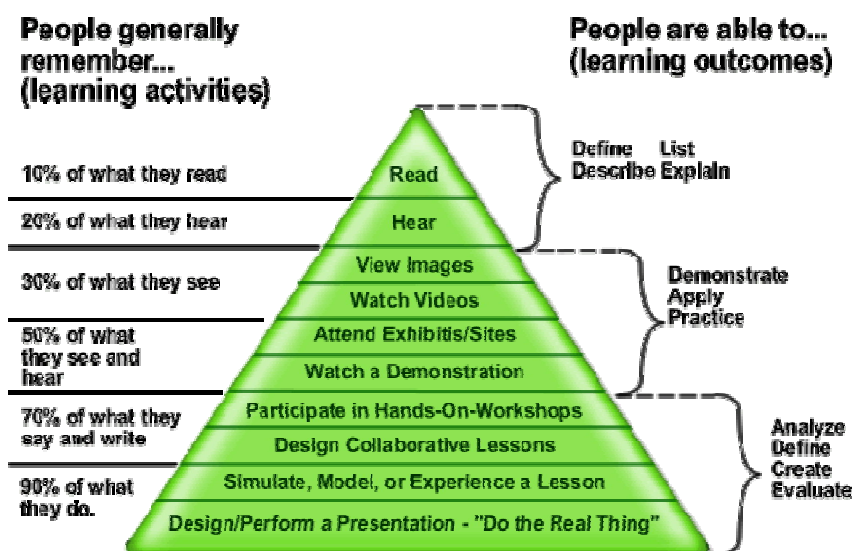


Figura 1 – O Cone de Experiência de Dale (retirado de *EduTechnorama*, 2007)

Isto deve-se também ao facto de que estratégias de aprendizagem ativa implicam o desenvolvimento de competências de um nível superior como sejam analisar, elaborar ou avaliar. Quanto mais envolvido, física e mentalmente, se encontrar o aluno na atividade a desenvolver, maior será a sua capacidade de retenção de informação.

Também na opinião de Hartley e Davies³, após quinze minutos de uma aula meramente expositiva, o número de alunos que se mantem totalmente concentrado reduz drasticamente. Segundo estes autores, “imediatamente após uma aula expositiva, os alunos recordam 70% da informação transmitida nos primeiros dez minutos de aula e apenas 20% da informação transmitida nos últimos dez minutos” (Prince, 2004, p.226). Por esse motivo é aconselhado (e aconselhável) intercalar, numa aula expositiva, pequenos momentos de aprendizagem ativa, que podem passar por coisas tão simples como dar aos alunos alguns minutos para compararem entre si os apontamentos que foram fazendo no decurso da aula. Faz-se, desse modo, uma pausa na quantidade de informação transmitida e permite-se que os alunos completem os seus apontamentos por comparação com os dos colegas. Como referido por Baker e Lombardi “entre as muitas competências que envolvem o sucesso académico está a habilidade de fazer apontamentos exatos e minuciosos” (Baker & Lombardi, 1985, p.28). Para estes autores, existe uma relação direta entre a qualidade dos apontamentos realizados pelos alunos durante as aulas e o seu desempenho nos momentos de avaliação. Como nem todos os alunos possuem a mesma capacidade de realizar bons apontamentos, este comparar e completar apontamentos torna-se num trabalho cooperativo de entreajuda entre colegas.

³ Hartley, J. e Davies, I. (1978). Note Taking: A Critical Review. *Programmed Learning and Educational Technology*. 15, 207-224 In Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. 93(3), 223-231

Mas em que teorias nos podemos basear para defender uma aprendizagem ativa, ou seja, uma aprendizagem centrada preferencialmente no aluno e não no professor? Embora muitos trabalhos pudessem ser referidos, apresentar-se-ão, de seguida, três teorias em que se pode basear o conceito de aprendizagem ativa, todas elas tendo como agente principal da aprendizagem o próprio aluno: a aprendizagem significativa de Ausubel, o construtivismo de Novak e o socioconstrutivismo de Vigotsky.

2. Aprendizagem significativa

“O fator mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aluno já sabe. Averigüem o que ele sabe e ensinem em conformidade.”

David Ausubel

Indo ao encontro do que ficou dito anteriormente, Ausubel defende que os alunos que aprendem principalmente por memorização não desenvolvem estruturas de conhecimento bem organizadas ou então o seu conhecimento inclui noções falsas. Não aprendem significativamente. Desse modo, só existe aprendizagem quando ela é significativa, ou seja, quando ela tem algum significado para o aluno. E para ela ter significado, os novos conhecimentos adquiridos têm que estar ancorados em conhecimentos que o aluno já possui (Mintzes *et al*, 1998/2000). Também para Arends, a aprendizagem tem que ser experiencial, ou seja, tem que estar baseada na experiência do aluno. Como referido por este autor, “a aprendizagem ativa que organiza e assimila a experiência através da interação com o ambiente, ajudará a desenvolver o pensamento lógico e as competências de comunicação verbal de ordem superior” (Arends, 1995, p.367).

O conceito de aprendizagem significativa de Ausubel não se prende diretamente com a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa. Para ele, nem o ensino por receção, em que os conceitos são apresentados ao aluno pelo professor, tem que ser mecânica, nem o ensino por descoberta, em que o aluno é levado a inferir esses mesmos conceitos, é obrigatoriamente significativa, como demonstrado na figura 2.

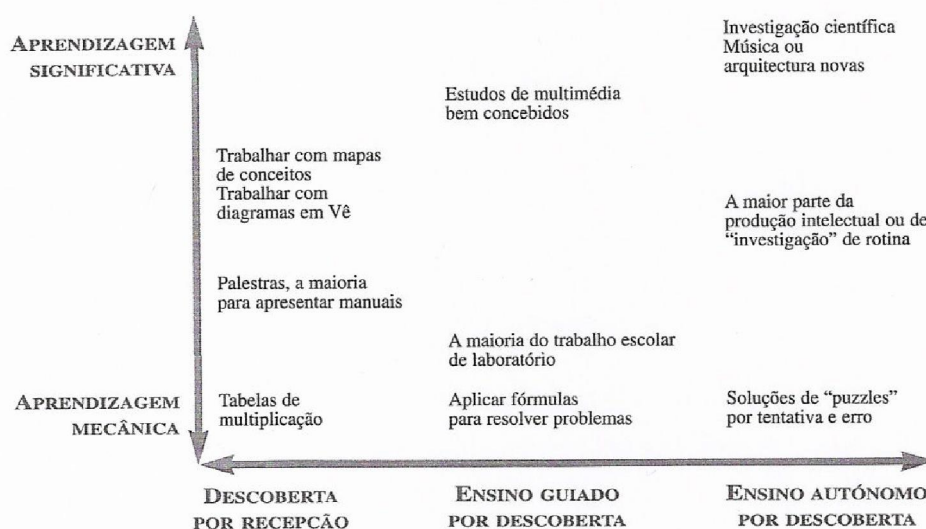


Figura 2 – Relação entre aprendizagem (mecânica/significativa) e ensino (por receção/por descoberta) (retirado de Mintzes *et al*, 2000)

Ambas as estratégias podem e devem ser processos de aprendizagem significativa. No entanto, e é nesse aspeto que este conceito se enquadra perfeitamente neste trabalho, a ênfase colocada no aluno é primordial. De nada serve pretendemos que os alunos aprendam conceitos que eles não conseguem relacionar, ou com outros já adquiridos, ou com a realidade do dia-a-dia, de modo a que possuam significado para o aluno e não sejam meros conceitos abstratos.

Aprendizagem significativa é, então, e segundo Ausubel⁴ “a incorporação substantiva, não arbitrária, não-verbal, de novas ideias na estrutura de conhecimento do aluno” (Mintzes *et al*, 1998/2000, p.52), sendo o aluno capaz de estabelecer uma hierarquia de conceitos. Essa incorporação pode ser obtida com a utilização de diferentes métodos, sejam eles mais dedutivos ou mais indutivos.

No entanto, para Cachapuz, Praia e Jorge, uma aprendizagem por receção nunca poderá ser verdadeiramente significativa porque “reforça perspetivas de ensino de caráter transmissivo que se demonstrou não serem eficazes em termos de superar as ideias prévias dos alunos” (Cachapuz *et al*, 2002, pág.114).

Fink, tomando como ponto de partida a Taxonomia de Bloom, mas considerando que existem importantes tipos de aprendizagem que nele não vêm expressos, criou a sua própria taxonomia de aprendizagem significativa (Figura 3).

⁴ Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Nova Iorque: Grune e Stratton
In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000). *Ensinando Ciência para a Compreensão. Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (publicação original 1998)

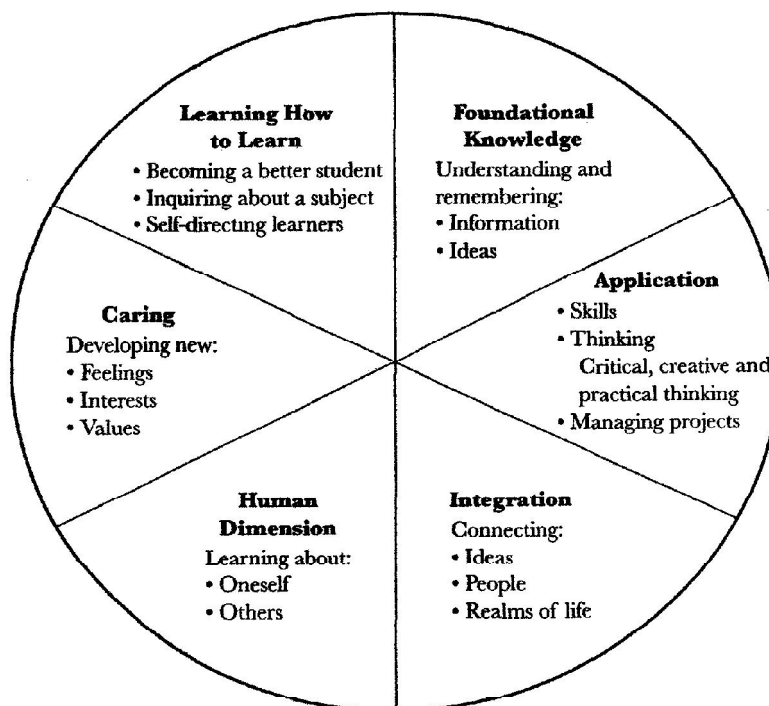


Figura 3 – Taxonomia da aprendizagem significativa, segundo Fink
(retirado de Fink, 2003, p.30)

Dela fazem parte o conhecimento básico dos conteúdos, fundamental para qualquer outro tipo de aprendizagem; a aplicação desses conhecimentos; o estabelecimento de interligações entre os conteúdos aprendidos; a dimensão humana, que permite aos alunos descobrir a implicação humana e social do que aprendem; o desenvolvimento de novas perspectivas sobre o que aprendem e a capacidade de criar novas formas de aprendizagem, tornando-se alunos pró-ativos (Fink, 2003).

3. Construtivismo

“...criar um novo conhecimento é, por parte do seu criador, uma forma de aprendizagem significativa”

Joseph Novak

Tal como já foi referido anteriormente, o papel do professor não deve ser transmitir conteúdos, mas favorecer a atividade mental do aluno, de modo a que ele construa o seu conhecimento. Para Novak, “os indivíduos constroem significados ao formarem conexões entre conceitos novos e os que fazem parte das estruturas existentes com os conhecimentos anteriores” (Mintzes *et al*, 1998/2000, p.58), e a própria palavra

“criar” na citação de Novak acima citada, reflete uma ênfase no aluno e não no professor. Também para Cachapuz, Praia e Jorge “são os alunos que constroem e (re)constroem os seus conhecimentos, que transformam a informação em conhecimento e que de forma progressiva irão adquirir e desenvolver instrumentos para pensar melhor” (Cachapuz *et al*, 2002, pág.153).

Segundo Arends, devemos ajudar os alunos a “desenvolverem as competências intelectuais necessárias à formulação de questões importantes e à procura de respostas”, a “adquirirem as competências do processo de pesquisa associadas aos vários domínios da aprendizagem humana” e a “tornarem-se aprendizes autónomos e independentes, confiantes e capazes de aprenderem por si próprios” (Arends, 1995, p.398). Esta perspectiva de ensino por descoberta é bastante contestada por Cachapuz, Praia e Jorge pois consideram ser baseada no “sensorial, construindo ideias a partir dos factos dados ou obtidos” e não tendo “em conta uma construção ativa do conhecimento” que passa, entre outras coisas, por “um diálogo de ideias ou contra ideias” (Cachapuz *et al*, pág.146).

É um facto que os nossos alunos têm uma tendência muito grande em considerar de um modo estanque e independente os conhecimentos adquiridos nas diferentes disciplinas e mesmo em diferentes anos da mesma disciplina. Para além disso, de um modo geral, manifestam uma grande inércia relativamente ao facto de terem de ser eles a descobrir o porquê das questões colocadas. No entanto, como professores, temos a obrigação de os fazer encarar o conhecimento como um processo de construção constante, em que os conceitos e competências adquirem um aspeto cada vez mais complexo, mas que necessitam de estar ancorados noutros de maior simplicidade, e que no mundo real tudo se inter-relaciona, não havendo nada que seja totalmente independente do contexto em que se insere.

Muitas vezes, esta aquisição de novos conceitos implica uma mudança concetual, para a qual os alunos oferecem sempre forte resistência. É necessário que os alunos entendam o porquê da importância dessa mudança concetual e não apenas porque lhe é imposta pelo professor, pois nesse caso, nunca será verdadeira. É neste aspeto que uma participação mais ativa por parte do aluno se torna essencial. Levando os alunos a pensar, refletir, analisar, agir e criar a partir da sua própria realidade estamos a permitir que eles construam significados baseados em informação e modelos que já possuem, estabelecendo as ligações destes com as novas informações.

A mudança concetual não equivale, muitas vezes, a uma substituição drástica do que já se aprendeu mas sim a “um aumento da informação que o aluno usa para

discriminar os contextos em que é vantajoso usar uma ou outra forma de explicação” (Fensham, Gunstrone & White⁵ citados por Mintzes *et al*, 1998/2000, p.131).

Este aspeto construtivista da aprendizagem é também reforçado por Bruner⁶ que defende que “qualquer tema pode ser ensinado, de um modo intelectualmente honesto, a qualquer criança, em qualquer etapa do seu desenvolvimento” (Mintzes *et al*, 1998/2000, p.50), bastando para isso introduzir os novos conceitos científicos de um modo adequado ao desenvolvimento da criança. Esta ideia é apoiada pela teoria dos estádios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, que sublinhava a “importância das matérias de aprendizagem se adequarem ao nível de desenvolvimento cognitivo do aluno” (Cachapuz *et al*, 2002, pág.116). No entanto, esta teoria não tem em consideração o ambiente social e cultural em que o aluno se insere. Este pode colocar em diferentes estádios de desenvolvimento cognitivo alunos que se encontrem na mesma faixa etária.

No conceito de construtivismo está também implícita a noção de que o conhecimento nunca está acabado, pois ele reconstrói-se constantemente, e, quando se trata de disciplinas científicas é muito importante que os nossos alunos se apercebam desse facto para que melhor possam entender, não só a história da ciência, mas o carácter evolutivo da mesma.

4. Sócioconstrutivismo e aprendizagem cooperativa

“O ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. É verbalismo vazio”

“O que as crianças podem fazer juntas hoje, poderão fazê-lo sozinhas amanhã”

Lev Vygotsky

Se o conhecimento se constrói por interações com o meio, o meio social não pode, de modo nenhum ser descurado. Para Vygotsky⁷ “o ambiente e os indivíduos interagem constantemente e encontram-se vinculados por uma relação dialética que os torna interdependentes” (Fontes & Freixo, 2004, p.16), tratando-se, por isso, a aprendizagem de

⁵ Fensham, P.J., Gunstone, R.F. & White, R.T. (1994). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*. Londres: Falmer Press In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000). *Ensinando Ciência para a Compreensão. Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (publicação original 1998)

⁶ Bruner, J. (1960). *The process of education*. Cambridge, MA: Harvard University Press. In Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000). *Ensinando Ciência para a Compreensão. Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (publicação original 1998)

⁷ Vygotsky, L.S. (1934). *Pensamento e linguagem*. S.Paulo: Martins Fontes Editora (1998) In Fontes, A. e Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a Aprendizagem Cooperativa*. Lisboa: Biblioteca do Educador. Livros Horizonte

um processo social (teoria socioconstrutivista). Desse modo, Vygotsky considera existirem duas fontes de conhecimento: a interação com o meio ambiente, que leva a um conhecimento do dia-a-dia, e a interação com os outros (colegas, professores, etc.), sendo que os colegas são por vezes mais eficazes do que os adultos a ajudarem um indivíduo a construir significado no conhecimento, pois se encontram em idêntico nível de aprendizagem.

Neste contexto, a aprendizagem cooperativa assume um papel preponderante, tratando-se de “um recurso ou estratégia que tem em conta a diversidade dos alunos dentro de uma mesma turma, onde se privilegia uma aprendizagem personalizada que só será possível se conseguirmos que os alunos cooperem para aprender, em detrimento de uma aprendizagem individualista e competitiva” (Pujolàs⁸ citado por Fontes & Freixo, 2004, p.26). Para Arends, a aprendizagem cooperativa “vai para além da ajuda aos alunos na aprendizagem dos conteúdos e competências escolares, contemplando metas e objetivos sociais importantes” (Arends, 1995, p.365). Com ela pretende-se alcançar, pelo menos, três objetivos importantes da instrução: realização escolar, inclusive para os bons alunos, pois exige deles, enquanto orientadores, um entendimento mais profundo de um determinado conteúdo; melhoria nas relações entre as raças, pois cria oportunidades a alunos com heranças culturais diferentes, e competências sociais, pois desenvolve competências de cooperação e colaboração (Arends, 1995).

Autores como John Dewey, para quem “a sala de aula devia espelhar a sociedade como um todo e ser um laboratório para a aprendizagem da vida real” (Arends, 1995, p.365) ou Herbert Thelen são também grandes defensores da aprendizagem cooperativa. Para eles, “o comportamento e os processos cooperativos eram entendidos como (...) as fundações sobre as quais as comunidades democráticas sólidas se poderiam construir e manter” (Arends, 1995, p.366).

Atendendo à tendência cada vez maior da existência de equipas de trabalho, é muito importante que os nossos alunos comecem desde cedo a trabalhar em conjunto, com vista, não apenas ao sucesso individual, mas também ao sucesso do grupo a que pertencem, e que reconheçam que o desempenho de cada um depende do desempenho de todos. Só desse modo eles poderão ser membros participantes de uma sociedade que se pretende igualitária, solidária e esclarecida.

Mas há aqui um outro aspeto que importa salientar. Se, para a teoria socioconstrutivista, o ambiente e os indivíduos interagem constantemente, o que os torna interdependentes, então a relação que se estabelece entre o professor e os alunos assume

⁸ Pujolàs, P. (2001). *Atención a la diversidad y aprendizaje cooperativo en la educación obligatoria*. Malaga: Ediciones Aljibe In Fontes, A. & Freixo, O. (2004). *Vygotsky e a Aprendizagem Cooperativa*. Lisboa. Biblioteca do Educador. Livros Horizonte

um papel extremamente importante no processo de aprendizagem do aluno já que “a relação que vão estabelecer não é apenas baseada na transmissão, pretensamente neutra de informação ou de conhecimentos, nem é apenas uma relação de saber” (Franco & Albuquerque, 2010, p.183).

5. A eficácia do processo de ensino/aprendizagem

A perspectiva positivista do ensino, em que o conhecimento é uma realidade objetiva e em que o papel do professor é transmitir conhecimento e o do aluno é captá-lo, tem vindo a ser substituída, nas últimas décadas, pela perspectiva construtivista, em que as pessoas constroem e reconstroem ativamente o seu conhecimento de modo a fazer sentido nas suas experiências do dia-a-dia. Nesta perspectiva, “o conhecimento é algo pessoal e o seu significado é construído pela pessoa em função da experiência” (Arends, 1995, p.4). Desse modo, o ensino deixou de ser “fazer repetir, recitar, aprender, ensinar o que já está pronto” para passar a ser “fazer agir, criar, construir a partir da realidade vivida pelos alunos e pelos professores” (Becker, 1994, p.89).

Apesar da visão construtivista da aprendizagem ter as suas raízes no séc. XVIII, com Kant, e estar refletida nas teorias de Piaget, Vygotsky ou Ausubel, ainda hoje as estratégias para uma aprendizagem verdadeiramente construtivista estão pouco implantadas no nosso ensino. Cada vez mais, a diversidade social e cultural dos nossos alunos, que se reflete em motivações e interesses diferentes, nos obriga a recorrer a estratégias diversificadas.

Muitas vezes sentimo-nos desiludidos quando os resultados dos nossos alunos não refletem o esforço que nós consideramos ter despendido enquanto ensinantes, esquecendo-nos que ensinar nem sempre implica aprender. Esta dualidade ensino/aprendizagem é extremamente complexa e só nos podemos sentir verdadeiramente realizados enquanto professores se aquilo que ensinamos se reflete numa aprendizagem eficaz por parte dos nossos alunos.

Assim, para que uma aprendizagem possa ser verdadeiramente eficaz ela tem que ter significado para o aluno, ou seja, tem que estar enquadrada dentro da sua realidade, e tem que ser construída pelo próprio, sendo o professor o mero agente que ajuda nessa construção. Mas para o fazer, o professor tem que, segundo Arends, apresentar as seguintes características (Figura 3): dominar o conjunto de conhecimentos existente relativo ao ensino e à aprendizagem, tais como conhecimento científico, conhecimento pedagógico ou conhecimento de currículos; dominar um repertório de práticas educativas diversificadas,

que podem e devem ir aumentando ao longo da sua carreira, de modo a poder selecionar as que melhor se adequam aos objetivos do professor e às características dos alunos; refletir sobre todos os aspetos do seu trabalho, com vista a uma melhoria constante, e encarar a sua própria aprendizagem como um processo contínuo (Arends, 1995). Infelizmente, este último aspeto nem sempre é bem aceite por muitos professores, que insistem em manter os mesmos métodos de ensino durante anos a fio, independentemente do público-alvo que têm à sua frente. É indispensável que todos os professores façam uma análise e reflitam sobre se o processo de ensino/aprendizagem foi ou não eficaz.

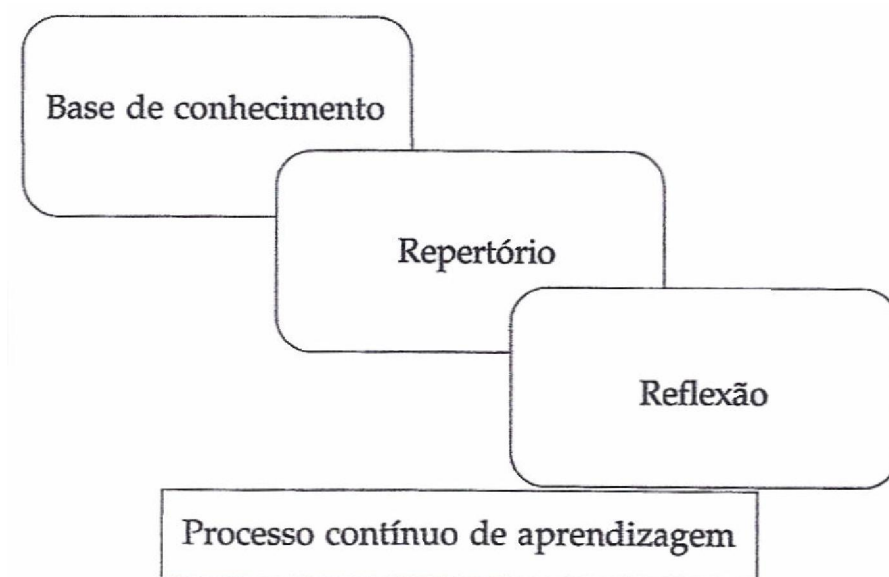


Figura 4 – Uma perspetiva sobre o ensino eficaz
(retirada de Arends, 1995)

Também para Fink (2003), no ensino estão envolvidos quatro aspetos essenciais. É necessário que os professores tenham conhecimento dos conteúdos, tomem decisões sobre o modo como os vão lecionar, interajam com os alunos e tenham capacidade de organizar e responder prontamente às solicitações que lhes são colocadas.

Não podemos, ainda, esquecer que a eficácia do processo de ensino/aprendizagem passa sempre pela motivação que o aluno demonstra pela aprendizagem, motivação à qual não pode ser alheia a relação afetiva e emocional que se estabelece entre o professor e o aluno. “A compreensão da natureza subjetiva profunda do processo ensino-aprendizagem e do significado do contexto relacional em que ocorre requer do professor tanto uma boa capacidade de observação empática, de comunicação e de se dar, como requer conhecimento sobre os conteúdos e métodos implicados nessa aprendizagem” (Franco & Albuquerque, 2010, p.183). É, portanto, necessário que o professor se saiba sintonizar emocionalmente com os seus alunos (sem pôr em causa o seu papel de professor), pois

depende muito desse relacionamento, dessa empatia, estabelecer um clima favorável à aprendizagem.

Embora nenhum aluno descure a relação afetiva que estabelece com o professor, esta assume um papel ainda mais importante quando se trata de alunos mais novos (ensino básico). Os alunos mais velhos (ensino secundário) exigem, para além da empatia, que o professor seja competente a nível científico e técnico.

Mas, neste processo de ensino/aprendizagem, surge ainda um novo problema. Como verificamos a eficácia da aprendizagem? Será que o processo de avaliação reflete o método de ensino/aprendizagem? Pretende-se com a utilização de uma aprendizagem ativa que os alunos desenvolvam diversificadas competências e não apenas as conceptuais. No entanto, o processo de avaliação, com a implementação cada vez mais generalizada de exames, permite, na maior parte dos casos, avaliar apenas os conceitos. Nem sempre o aluno que tem bons resultados em testes sumativos ou exames, é o aluno que aprende melhor ou tem melhores capacidades de aprendizagem. O verdadeiro bom aluno é aquele que tem curiosidade na aprendizagem, tem ideias próprias, consegue estabelecer ligações entre as várias matérias aprendidas, mesmo que isso nem sempre se reflita nos seus resultados em termos de avaliação formal. Será esse aluno que usará melhor os conhecimentos adquiridos na escola na sua vida pessoal e profissional futura, ou seja, é esse que apresenta uma maior literacia científica.

Por isso, uma aprendizagem ativa implica sempre uma avaliação contínua e bem integrada em todo o processo, em que o professor acompanha, passo a passo, o desenvolvimento do aluno no processo de construção do seu conhecimento. Tal como vem referido no Despacho Normativo nº1/2005, deve existir “consistência entre os processos de avaliação e as aprendizagens e competências pretendidas, de acordo com os contextos em que ocorrem” (DN1/2005, Princípios). Dá-se, portanto, ênfase a uma avaliação formativa que avalia essencialmente competências, embora a avaliação por conteúdos continue a ser necessária já que “o conteúdo é um suporte para o alcance de competências e, como tal, deve ser avaliado” (Ron, 2010, p.26). No entanto, a avaliação de competências dá prioridade às “competências desenvolvidas em processo de formação ou a partir de competências da experiência do aluno tendo como foco a verificação de competências desenvolvidas” (Ron, 2010, p.25). Este aspeto é também defendido pelo Despacho Normativo nº1/2005 que refere que deve ser dada “primazia à avaliação formativa com valorização dos processos de auto-avaliação regulada e sua articulação com os momentos de avaliação formativa” (DN 1/2005, Princípios).

É preciso, pois, ter em atenção que os elementos de avaliação utilizados devem refletir adequadamente os métodos de ensino-aprendizagem. Desse modo, a avaliação que

reflita uma aprendizagem ativa deve centrar-se em trabalhos individuais e/ou em grupo, testes com base em situações-problema, atividades práticas e/ou de pesquisa, entre outros.

6. Mas será que a aprendizagem ativa resulta?

Vários estudos têm sido feitos nas últimas décadas para verificar os efeitos nos alunos da aplicação de estratégias de aprendizagem ativa, já que se trata de um assunto ainda um pouco controverso.

Para Din e Wheatley, a maioria desses estudos revela efeitos positivos no comportamento, atitudes, interesse e autoconfiança dos alunos mas muito poucos assinalam melhorias nas capacidades de aprendizagem dos alunos. Desse modo, a aprendizagem ativa desenvolve competências psicossociais mais do que competências académicas (Din & Wheatley, 2007).

Por outro lado, para Smith e Cardaciotto, os estudos feitos sugerem que a aprendizagem ativa leva a resultados muito positivos que incluem melhores atitudes por parte dos alunos e maior motivação, mas também melhorias no modo de pensar e de escrever dos alunos, assim como melhorias nos resultados dos exames (Smith & Cardaciotto, 2011), o que revela um desenvolvimento de competências académicas.

Para Michael, também existem evidências, em diferentes estudos realizados, de que a aprendizagem ativa funciona, nomeadamente nas áreas da Física, da Química e da Biologia (Michael, 2006).

Independentemente das diferentes opiniões, é um facto comprovado que se aprende melhor quando estamos motivados para o fazer. Se a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa incrementa a motivação isso terá, de algum modo, que se refletir na aprendizagem dos conteúdos. Para além disso, e como foi referido diversas vezes, já não basta que os nossos alunos aprendam conteúdos. Apenas isso não os fará ser cidadãos literados cientificamente nem participativos numa sociedade cada vez mais exigente. É necessário desenvolver neles atitudes responsáveis, quer como indivíduos, quer como membros da sociedade. E, nesse aspeto, os diferentes autores são unânimes em considerar que a aprendizagem ativa apresenta resultados muito positivos.

7. Vantagens e inconvenientes da sua implementação

Não existem estratégias ou metodologias de ensino que sejam perfeitas. No entanto, devemos tentar sempre a inovação na abordagem dos conteúdos, com vista a uma melhoria, quer das competências dos alunos, quer do nosso papel de professores.

A utilização de métodos e estratégias de aprendizagem ativa na abordagem dos conteúdos apresenta vantagens muito significativas no desenvolvimento de competências dos alunos mas também cria grandes dificuldades ao trabalho do professor, habituado a uma rotina, por vezes, de vários anos.

De entre as grandes vantagens, para os alunos, deste tipo de abordagem podemos referir o desenvolvimento de competências tanto do domínio cognitivo, como do domínio pessoal e social; o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo, a capacidade de resolução de problemas; o desenvolvimento de uma linguagem mais correta e mais elaborada; o aumento do rendimento e da auto-estima, assim como do interesse e da motivação. Para o professor, garante uma maior flexibilidade e criatividade do seu papel, permite-lhe alcançar mais facilmente os objetivos a que se propõe, para além de lhe assegurar uma maior realização pessoal e profissional ao ver os resultados obtidos pelos seus alunos.

Por outro lado, as principais dificuldades com as quais o professor se depara quando pretende implementar este tipo de abordagem prendem-se com o cumprimento dos programas, já que não é possível lecionar a mesma quantidade de matéria no tempo disponível, pois se trata de um processo de aprendizagem mais lento; com o trabalho de preparação das aulas e a capacidade de coordenação das mesmas; com ritmos de trabalho e níveis académicos diferentes dos alunos; com a falta de apoio e de convergência de todos os professores; com a dificuldade de definir parâmetros de avaliação adequados; com turmas demasiado grandes para a aplicação deste tipo de estratégias; com a resistência dos alunos a aulas não expositivas, pois criam um grande contraste com as aulas a que estão habituados; com a mentalidade das famílias dos alunos que, muitas vezes, se preocupam apenas com a aquisição de conhecimentos (ou, pior ainda, com os bons resultados, que nem sempre são sinónimo de bons conhecimentos) e não com o desenvolvimento de outro tipo de competências.

É também verdade que muitos professores não se encontram preparados nem motivados para este tipo de abordagem, ou porque se consideram suficientemente bons professores e não vêem necessidade de mudar, ou porque receiam correr os riscos que este tipo de aulas implica. De entre esses riscos, uns dizem respeito aos alunos, como sejam o facto de eles não participarem ativamente, de não aprenderem conteúdos

suficientes, de não conseguirem utilizar processos de aprendizagem mais complexos ou de não gostarem deste tipo de aulas, outros dizem respeito ao professor, como dificuldade em controlar a aula, falta de confiança nos seus conhecimentos ou capacidades e receio de não ser aceite pelos outros professores.

No entanto, e é isso que se pretende mostrar com este trabalho, uma estratégia de aprendizagem ativa não tem que ser necessariamente complexa. Existem, aliás, estratégias extremamente simples pelas quais o professor pode começar, indo depois introduzindo outras com um maior grau de complexidade, consoante for adquirindo maior confiança.

No capítulo seguinte serão apresentadas algumas sugestões de estratégias de aprendizagem ativa.

III. MÉTODOS E ESTRATÉGIAS **PARA UMA APRENDIZAGEM ATIVA**

“...active learning doesn't just happen; it occurs in the classroom when the teacher creates a learning environment that makes it more likely to occur”

Joel Michael, 2006

1. Características das estratégias de aprendizagem ativa

Um dos aspetos essenciais da aprendizagem ativa é que leva os alunos, não apenas a “verem” e “ouvirem”, mas a “fazerem”, “pensando” e “analisando” por que é que o fazem. Desse modo, estabelece uma maior ligação dos alunos às atividades que realizam, ao criar uma maior envolvimento dos alunos, que deixam de ser ouvintes passivos para se tornarem aprendizes ativos.

Para além disso, a aprendizagem ativa, tal como ficou referido no final do capítulo anterior, deve ser um processo contínuo, que se inicia com tarefas simples progredindo posteriormente para tarefas cada vez mais complexas, levando os alunos a desenvolverem processos de aprendizagem mais avançados como a análise, a síntese, a avaliação, a argumentação, etc.

Devido ao facto dos alunos estarem pouco habituados a este tipo de aulas, é natural que se sintam um pouco perdidos, sem conseguirem avaliar corretamente o seu trabalho. Por isso, é muito importante que num processo de aprendizagem ativa, os alunos recebam um feedback constante relativamente ao seu desempenho.

Pelo que ficou dito se constata que a aprendizagem ativa coloca uma menor ênfase na transmissão de conhecimentos por parte do professor e uma maior ênfase no desenvolvimento de competências dos alunos, nomeadamente na exploração das suas atitudes e valores.

Para Michael (2006), quando pretendemos implementar estratégias de aprendizagem ativa devemos ter em consideração diversos aspetos:

- Que conhecimento declarativo é diferente de conhecimento procedimental, ou seja, aprender os factos não significa que se saiba fazer. É, por isso, necessário que os alunos desenvolvam estes dois tipos de conhecimento.
- Que, sempre que possível, se deve fazer uma transferência de conhecimentos entre diferentes disciplinas. A interdisciplinaridade é um aspeto muito importante, de modo a que os alunos não encarem os conteúdos das diferentes disciplinas como descontextualizados no seu processo de aprendizagem.
- Que se aprende melhor quando estamos acompanhados do que quando estamos sozinhos (aprendizagem cooperativa). Ao estudarem acompanhados, os alunos têm que falar uns com os outros sobre o tema em estudo, colocando ou respondendo a questões. Ao articularem as suas dúvidas ou ao explicarem o que sabem, vão conseguindo interiorizar melhor os diferentes conteúdos assim como vão aprendendo a linguagem própria de uma determinada disciplina.

Também Prince e Felder consideram que o ensino deve começar com conceitos que sejam familiares aos alunos, de modo a que eles possam estabelecer relações com o que já conhecem e que os novos conceitos devem ser introduzidos não de um modo abstrato mas num contexto de mundo real (aprendizagem significativa). Desse modo, o ensino deve permitir ao aluno extrapolar para além do que é ensinado pelo professor. Estes autores, baseados no ensino em espiral de Bruner, defendem também que a introdução de novos conceitos não deve provocar uma alteração brusca no que o aluno já sabe, mas sim ir preenchendo lacunas existentes no seu conhecimento (Prince & Felder, 2006).

2. O método indutivo

“A falta de conexão entre os conteúdos curriculares e o mundo real contribui para que os alunos abandonem as ciências assim que lhes é possível” (Prince & Felder, 2007, p.14). Partindo então do pressuposto de que as pessoas estão mais motivadas para aprender se compreenderem a necessidade de o fazerem, Prince e Felder defendem a utilização do método indutivo, embora considerem que o método dedutivo não deve ser excluído por completo, havendo a necessidade da utilização de ambos, que acabam por se complementar (Prince & Felder, 2006).

Como método dedutivo entende-se aquele em que o professor expõe os conceitos e as teorias, havendo, depois a sua aplicação prática. É um método mais fácil de aplicar e, talvez por isso, aquele que apresenta uma maior incidência de utilização. Os próprios manuais escolares estão, na sua maioria, construídos neste sentido.

No método indutivo são apresentadas situações concretas que os alunos analisam e, ao pretenderem explicação para as mesmas, acabarão por descobrir quais os conceitos e as teorias envolvidas. Este método é construtivista e as estratégias utilizadas na aplicação deste método são de aprendizagem ativa, pois implicam um maior envolvimento dos alunos.

Como estratégias de aplicação do método indutivo, podemos considerar o inquérito (inquiry learning), o ensino por problemas, a elaboração de projetos ou os estudos de caso, entre outros. Embora estas estratégias estejam descritas por Prince e Felder (2006) aplicadas ao ensino superior, todas elas, com as devidas alterações, poderão ser utilizadas no ensino secundário ou até mesmo no ensino básico.

2.1. Inquérito

Neste tipo de estratégia são apresentadas aos alunos questões/problemas para serem respondidas ou um conjunto de observações para serem explicadas. Os alunos

“aprendem a formular questões, identificam e recolhem evidências, apresentam os resultados de um modo organizado e sistemático, analisam e interpretam os resultados, tiram conclusões e avaliam a importância dessas conclusões” (Prince & Felder, 2006, p.131).

Com a utilização desta estratégia, os alunos poderão desenvolver uma atividade experimental, desde a sua conceção, à sua realização, à interpretação dos resultados, às conclusões que daí podem tirar e à generalização dos resultados para situações idênticas.

2.2. Resolução de problemas

Os alunos são confrontados com um problema real e trabalham em grupo para identificar o que necessitam saber para encontrar uma solução viável para essa situação (Prince & Felder, 2006).

O problema real pode ser apresentado, por exemplo, através de uma notícia de jornal ou de um artigo de revista, de modo a que se trate de uma situação real e atual, despertando assim maior interesse por parte dos alunos. A partir desta situação real, os alunos poderão ser levados a aprender conceitos, factos ou teorias que estejam relacionados com o problema em questão.

Este método desenvolve a capacidade interrogativa dos alunos indispensável ao conhecimento científico.

2.3. Elaboração de projetos

Os alunos desenvolvem uma ou várias tarefas que culminam com um produto final que pode ser um desenho, um modelo, uma simulação de computador, etc. Haverá sempre, no final, a elaboração de um relatório escrito ou oral (Prince & Felder, 2006).

Este tipo de estratégia era muito utilizada na disciplina de Área Projeto, quer no ensino básico, quer a nível do 12º ano. Neste momento essa disciplina foi eliminada dos currículos, no entanto esta estratégia poderá ser utilizada em qualquer disciplina, nomeadamente na Geologia ou na Biologia com a construção de modelos analógicos. A maior dificuldade que se nos depara será a falta de tempo.

2.4. Estudos de caso

Os alunos analisam estudos de caso históricos ou situações hipotéticas que envolvam resolver problemas e/ou tomar decisões (Prince & Felder, 2006).

Este tipo de atividades podem ser utilizadas para, por exemplo, analisar situações de impacto ambiental resultantes de ação humana, que levem os alunos a ponderar diferentes aspetos (por exemplo, económico/ambiental) e a defender a sua posição.

3. A aprendizagem cooperativa

Fontes e Freixo descrevem no seu livro várias estratégias possíveis para a implementação na sala de aula dos princípios da aprendizagem cooperativa., algumas delas utilizadas no estudo desenvolvido pelas autoras (Fontes & Freixo, 2004). Esse estudo foi realizado com alunos do 8º ano de escolaridade o que mostra que as estratégias utilizadas podem facilmente ser implementadas no ensino básico.

Também Lopes e Silva descrevem vários métodos de aprendizagem cooperativa, alguns deles exemplificados com atividades concretas desenvolvidas por diferentes professores em diferentes áreas de ensino (Lopes & Silva, 2009).

Nas estratégias de aprendizagem cooperativa o foco essencial é a cooperação e o trabalho em equipa. Todos nós já nos deparamos com turmas muito heterogêneas em termos de aprendizagem, o que se vem manifestando cada vez mais, graças à diversidade social e cultural que se vive nas nossas escolas. Independentemente disso, todos os alunos podem e devem ser solicitados nos contributos positivos que podem trazer para a aula. Ao estabelecer grupos de trabalho heterogêneos, em que todos tenham responsabilidade, quer na sua aprendizagem, quer na aprendizagem dos restantes elementos do grupo, não só se desenvolvem competências sociais, como se incrementa a auto-estima e se motiva os alunos para o desempenho da sua função, que é ser aprendiz.

Mesmo quando a equipa é composta por apenas dois elementos, como é o caso da tutoria entre pares, o trabalho cooperativo se reveste de grande importância. Mais uma vez devido à heterogeneidade das nossas turmas e de modo a podermos chegar e ajudar os alunos com um ritmo de aprendizagem mais lento, descuramos os alunos que mais rapidamente atingem os objetivos. Desse modo, esta estratégia poderá ser benéfica para todos: para o aluno mais rápido na aprendizagem porque tem o seu tempo ocupado e porque, ao explicar ao colega o que ele lhe pede, reforça ainda mais os seus conhecimentos; para o aluno mais lento, pois terá um “explicador particular” e porque, muitas vezes a linguagem de um colega é mais acessível do que a linguagem do professor; para o professor, pois não se sente frustrado por não conseguir chegar a todos os alunos no curto espaço de tempo de uma aula.

4. Outras estratégias

Para além das estratégias apresentadas, outras estratégias, algumas extremamente simples, podem ser utilizadas em sala de aula com o objetivo de envolver mais os alunos na sua aprendizagem.

Entre elas podemos referir:

- Prova curta no início da aula

Esta prova pode ser com itens de escolha múltipla ou de verdadeiro/falso e pretende verificar se a aprendizagem está a ser feita aula a aula. Os alunos sentem-se obrigados a estar mais atentos e a não deixar acumular conteúdos que não entenderam.

- Questionamento ao longo da aula

Com um objetivo idêntico da anterior, esta estratégia obriga a uma constante atenção do aluno no decurso da aula, esforçando-se sempre por compreender os conteúdos lecionados. Para Dourado e Leite, “uma questão tem a ver com a apresentação de um ponto ou aspeto para discussão, apresentação essa que pode ter, ou não, a forma interrogativa”, sendo essencial na aprendizagem baseada na resolução de problemas (Dourado & Leite, 2010).

Além disso, a observação direta dos alunos quando questionados representa uma valiosa técnica de avaliação dos mesmos.

- Trabalhos escritos (‘Writing to learn’)

Defendida por muitos autores, entre eles Fink, esta estratégia do ‘writing to learn’ é um excelente método para que os alunos organizem os seus conhecimentos, levando por vezes a mudanças conceptuais, e “deve ser usada como parte integrante do processo de ensino/aprendizagem” (Fink, 2003, p.20). Esta estratégia pode ser aplicada de diferentes formas, como por exemplo, pedindo aos alunos para, nos últimos minutos da aula, fazerem por escrito um resumo da aula, descrevendo o que consideraram de maior importância ou pedindo aos alunos que no início de cada tema escrevam o que sabem sobre ele, permitindo diagnosticar conhecimentos prévios, e que depois do tema dado, voltem a escrever e comparem. Deste modo, os alunos apercebem-se dos seus progressos.

- Escrita de diálogos/Role-playing

Os alunos deverão escrever um guião com dois ou mais intervenientes com perspetivas diferentes sobre um determinado assunto polémico. No final, deverão representá-lo, encarnando essas personagens. Essas opiniões controversas, defendidas pelos diferentes intervenientes, deverão, posteriormente, ser analisadas e refletidas a nível da turma.

- Leitura e interpretação de textos, quadros, gráficos, etc.

Cada vez mais as questões dos exames do ensino secundário se baseiam em interpretar textos, resultados experimentais, etc. Por essa razão, é necessário que treinemos os nossos alunos nesse sentido.

- Utilização de notícias de jornal, artigos de revistas, etc.

Utilizar notícias de jornal ou artigos de revistas como ponto de partida para a exploração de um tema pode ser uma ferramenta importante, pois estabelece a ligação entre ciência e o dia-a-dia podendo ser um elemento motivador para os alunos. “Notícias de jornal relacionadas com ciência podem ser uma importante fonte de aprendizagem da ciência ao longo da vida. Saber analisar e avaliar criticamente a informação nelas contida são um aspeto relevante de literacia científica” (Murcia, 2005, p.41).

- Mapas de conceitos

A construção de mapas de conceitos pode ser extremamente útil para avaliar o conhecimento prévio dos alunos, para diagnosticar concepções alternativas ou para organizar os conteúdos lecionados. O aluno pode ser levado a construir um mapa de conceitos de diferentes modos, uns mais simples e outros mais complexos, adequados ao seu nível de escolaridade e, se tiver dificuldade em fazê-lo, isso pode revelar que o aluno não adquiriu um conhecimento suficientemente profundo em relação ao conceito estudado. Para Miranda e Morais, “a aprendizagem de conceitos pode ser facilitada com a utilização de mapas conceptuais” (Miranda & Morais, 2009, p.3102) e a opinião dos alunos envolvidos no estudo realizado pelos autores foi de que os mapas conceptuais “facilitam a compreensibilidade das matérias, facilitam a realização de resumos e servem para assimilar as ideias mais relevantes” (Miranda & Morais, 2009, p.3106).

- Atividades laboratoriais

Mais específico para as disciplinas de ciências experimentais, as atividades laboratoriais são um tipo de estratégia que não pode de modo algum ser descurado. Não podemos esquecer que as ciências são disciplinas do ‘learning by doing’ ou do ‘hands-on’ e ao realizarem atividades laboratoriais os alunos são encorajados a fazerem perguntas, treinam a sua capacidade de observação, aprendem a registar dados e aprendem a tirar conclusões. É importante também que os alunos vejam a ciência não como o monopólio de alguns mas sim como um campo aberto a todos. Para Oliveira, Téran e Forsberg, “a inclusão da experimentação no ensino da Biologia torna-se fundamental, pois exerce uma função pedagógica de ajudar os alunos a relacionar a teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais). Isso irá propiciar aos alunos condições para uma maior compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes, para que assim ele entenda melhor o mundo em que vive” (Oliveira, Téran &

Forsberg, 2011, p.240). Também para Dourado e Leite, as atividades laboratoriais “deveriam fazer parte integrante do currículo de ciências, pois podem constituir-se como um recurso didático importante na facilitação da compreensão de fenômenos e no desenvolvimento de competências que lhes permitam continuar a aprender sobre eles ao longo da vida” (Dourado & Leite, 2008).

Estas atividades laboratoriais, experimentais ou não, podem ser de simples verificação, em que as instruções para o desenvolvimento do trabalho são dadas pelo professor, ou de investigação, em que todo o processo, desde a identificação do problema, da colocação de hipóteses, da elaboração de todo o trabalho a desenvolver, até às conclusões é desenvolvido pelos alunos. A criação e/ou utilização de modelos físicos analógicos é também um modo de trabalhar em laboratório, sendo prevista e dada como necessária nos programas curriculares de Geologia “pois, pelas características do conhecimento geológico, levantam-se habitualmente problemas de escala, representatividade dos materiais e de velocidade de processos que os modelos poderiam facilitar” (Dourado & Leite, 2008).

– Utilização da História e Filosofia da Ciência

A imagem clássica da ciência mostrava-a como algo verdadeiro e acabado mas a nova imagem mostra-a como algo que se constrói e reconstrói constantemente, não representando nunca uma verdade absoluta. Através da história da ciência, os alunos aprendem como, ao longo dos tempos, os diferentes cientistas tentaram resolver problemas, testando hipóteses, que muitas vezes tinham que ser abandonadas, criando teorias, etc. Para além do conhecimento de conceitos ou teorias, os alunos só serão cientificamente literados se aprenderem como é que a ciência funciona. Com a História da Ciência criam-se “oportunidades para que os alunos se consciencializem da natureza do conhecimento científico como sendo não definitivo e também como os conceitos e as teorias mudam” e evidencia-se “o papel relevante que a comunidade científica possui na legitimação do conhecimento científico, bem como as resistências que, quase sempre, os cientistas colocam à mudança de paradigma” (Cachapuz *et al*, 2002, p. 88).

Apesar da História da Ciência ser um recurso didático de extrema importância deve, como todos os outros, ser utilizado com algumas precauções. Cachapuz *et al* apresentam no quadro da figura 4 duas visões da História da Ciência: a visão a evitar e a visão aconselhável.

História da Ciência	
Visão a evitar	Visão aconselhável
*Apresentação de resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção;	*Equaciona a origem e persistência dos erros, das dificuldades, das hesitações e das crises...;
*Não tem em conta a complexidade dos problemas científicos que lhes deram origem, nem as condições teóricas e técnicas da sua produção;	*Insiste na actividade dos cientistas que constroem modelos interpretativos do mundo procurando, persistentemente, sujeitá-los à prova;
*Exposição do conhecimento científico tal como ele se conhece;	*Tem em conta o papel do trabalho colectivo, ou seja, de intercâmbio, cooperação e de troca argumentativa entre grupos da comunidade científica;
*O conhecimento desliza linear e de forma harmoniosa de umas descobertas para outras (enunciado de doutrinas);	*Realça os contextos culturais, sociais, políticos, tecnológicos e outros;
*Relato de acontecimentos mais ou menos episódicos, seleccionados do passado pessoal dos cientistas;	*Contribui para compreender a trama da construção do conhecimento científico;
*É apresentada uma perspectiva heróica e individual da história da ciência;	

Figura 5 – Visões da História da Ciência
(retirado de Cachapuz *et al*, 2002)

– Saídas de campo/Visitas de estudo

Se visitas de estudo são importantes para qualquer disciplina, as saídas de campo são imprescindíveis para disciplinas como as Ciências Naturais, a Biologia ou a Geologia. Os alunos precisam de ver no mundo real aquilo que lhes é ensinado nas aulas e daí a necessidade de ‘levar a aula para fora da sala de aula’.

– Ligação escolas secundárias/instituições de ensino superior

A ganhar importância nos últimos tempos, esta ligação entre as escolas secundárias e as faculdades ou institutos de investigação é muito benéfica para os alunos, pois estabelece a ponte entre aquilo que eles são e aquilo que poderão vir a ser. Para além disso, desmistifica a ideia que muitos deles têm do que é um cientista e mostra-lhes que eles são pessoas como outras quaisquer. Levar os alunos, especialmente do ensino secundário, a visitar ou mesmo a participar em pequenos projetos desenvolvidos por instituições de ensino superior, ajuda-os a compreender a natureza da ciência.

Relacionado também com esta estratégia está a importância do livre acesso a artigos científicos que atualmente existe, nomeadamente na Internet. Para Campbell, os artigos científicos são uma ferramenta de ensino ideal pois contêm a informação que permite responder a muitas questões que se colocam aos alunos (Campbell, 2004).

IV. PROPOSTA DE ATIVIDADES

“Os novos materiais podem ser o ponto de partida para os professores saírem do seu terreno seguro e ousarem novas práticas”

Galvão et al., 2011

1. Criação de novos materiais

Os professores continuam, na sua maioria, a utilizar o manual escolar como o único modelo a seguir, embora, muitas vezes, nem estejam de acordo com tudo o que lá é apresentado, ou o modo como é apresentado. É verdade que a existência de um manual escolar adotado pela escola simplifica o trabalho do professor, que já é imenso, mas também pode constituir um “espartilho” do qual, por vezes, o professor gostaria de se libertar. Sendo assim, os professores deveriam usar a sua liberdade para construir os seus próprios materiais, adaptando-os ao seu público-alvo. Martins⁹ refere que “a existência de materiais curriculares facilmente utilizáveis e disponíveis, que facilitem o ensaio e o confronto com novas práticas, novas formas de ensinar e de avaliar, é fundamental” (Galvão, Reis, Freire & Faria, 2011, p.6).

Não esquecendo nunca que o papel do professor não é apenas ensinar (ou não) conteúdos mas, principalmente, desenvolver competências nos seus alunos (o que vem expresso nas Orientações Curriculares para o Ensino Básico 3º Ciclo quando sugere o recurso a filmes, documentários, pesquisas feitas pelos alunos, planeamento e execução de atividades experimentais), é urgente que os professores utilizem novas estratégias de ensino-aprendizagem, que, embora possam não seguir a organização de conteúdos que é apresentada no manual escolar, poderão ser muito mais motivadoras e enriquecedoras. Estas estratégias deverão envolver atividades de ‘hands on’ mas, essencialmente de ‘minds on’, “promovendo certas situações de aprendizagem facilitadoras do desenvolvimento de competências cognitivas complexas, bem como competências sociais, de comunicação e de tomada de decisões” (Galvão *et al*, 2011, p.7). É necessário “fomentar maneiras científicas de pensar, enfatizando o desenvolvimento de capacidades de pensamento dos alunos, designadamente de pensamento crítico” (Vieira, Tenreiro-Vieira & Martins, 2011, p.55).

Quando analisamos os conteúdos curriculares das Ciências Naturais do 3º Ciclo, em especial 7º e 8º anos, ou os de Biologia e Geologia do 10º e 11º anos, verificamos que existe uma grande transversalidade nesses conteúdos. No entanto, eles são apresentados de um modo compartimentado, tornando-se, por vezes, repetitivos. Deveria ser possível aos professores reestruturarem os conteúdos curriculares dentro de cada ciclo de ensino, numa sequência que considerem mais lógica e apelativa. É claro que aqui nos deparamos com um problema: a falta de continuidade no trabalho desenvolvido por um professor. Muitos são

⁹ Martins, I.P. (2002). Problemas e perspetivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 28-39 In Galvão, C., Reis, P., Freire, S. & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciência, Aprender Ciência – O contributo do projeto PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora, Lda

professores contratados que no ano letivo seguinte já não estarão na mesma escola o que impede o desenvolvimento de um trabalho consistente.

Por último, criar novos materiais permite-nos realizar uma transposição didática mais eficaz, melhorando a contextualização dos conteúdos a lecionar e desenvolvendo uma interdisciplinaridade mais enriquecedora.

2. O tema globalizante, os subtemas e as atividades

Como já ficou referido anteriormente, a escolha do tema globalizante “O Homem com Agente de Mudança Ambiental” para a elaboração das atividades que de seguida se propõem, pretende alcançar diversos objetivos.

Em relação aos alunos, pretende despertá-los para os problemas ambientais e as graves consequências que daí advêm, criando neles uma consciência ecológica que os leve, enquanto cidadãos do futuro, a defender o seu património natural. A necessidade de um avanço científico e tecnológico e as razões políticas e económicas nunca deverão ser entrave a que se coloquem questões de ética ambiental, de modo a que se consiga um verdadeiro desenvolvimento sustentável, preservando, assim, os recursos do mundo em que vivemos. Desse modo, ao lecionar os conteúdos (Ciência Pura) devemos ir também alertando os alunos para a ação do Homem como modificadora dos diferentes processos, quer geológicos, quer biológicos.

Para além disso, pretende-se evitar a repetição de conteúdos que se verifica em diferentes anos de escolaridade, assim como criar uma maior inter-relação entre Geologia e Biologia, representativa da interação entre os diferentes subsistemas terrestres, Geosfera, Hidrosfera, Atmosfera e Biosfera.

Por último, este tema globalizante é muito propício a interdisciplinaridades, tocando conteúdos não só das Ciências Naturais, mas também da Geografia, das Ciências Físico-Químicas ou mesmo da História ou das Línguas Estrangeiras. No mundo real, os fenómenos acontecem interligados e não compartimentados em diferentes disciplinas. Para termos uma visão e um conhecimento do mundo é preciso integrarmos os conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas. Por isso, é importante eliminar ou enfraquecer as fronteiras rígidas entre os conteúdos para dar mais atenção às ligações entre a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (Vieira *et al*, 2011).

Para a escolha dos subtemas partiu-se de contextos problemáticos atuais e de questões-problema com relevância científica e ambiental. Os três subtemas apresentados

pretendem abordar conteúdos quer da Biologia quer da Geologia, mostrando a dualidade entre o que acontece naturalmente e o que resulta da ação do Homem. São eles:

Subtema 1: Mudanças Climáticas

Será o Homem o único responsável?

Atividade I – Causas naturais responsáveis pelas alterações climáticas

Atividade II – A atividade do Sol e as alterações climáticas

Atividade III – A intensa atividade vulcânica também pode ser responsável por alterações climáticas

Atividade IV – E as alterações climáticas? Podem ser responsáveis por erupções vulcânicas?

Atividade V – Como a mobilidade das placas tectónicas pode influenciar o clima

Atividade VI – A influência das alterações climáticas na expansão dos povos

A intervenção do Homem

Atividade I – Condições da Terra que permitem a existência de vida

Atividade II – Efeito de estufa: afinal bom ou mau para o nosso planeta?

Atividade III – Por que se fala então tanto de efeito de estufa?

Atividade IV – O ciclo do carbono

Atividade V – Os combustíveis fósseis

Atividade VI – A desflorestação também contribui para um aquecimento global

Atividade VII – Mas será que não se faz nada de bom?

Atividade VIII – Será que o desenvolvimento económico e tecnológico é incompatível com o equilíbrio do nosso planeta?

Subtema 2: Regiões Costeiras em Risco

Transgressões e regressões

Atividade I – Transgressões e regressões marinhas no litoral português (e não só!)

Atividade II – Onde podemos encontrar vestígios de transgressões e regressões marinhas?

Atividade III – E agora? Em que fase estamos?

Atividade IV – Quais as consequências de uma transgressão marinha?

Ocupação antrópica do litoral

Atividade I – Qual a ação das alterações climáticas sobre o litoral?

Atividade II – Que outras ações põem em risco as regiões costeiras?

Atividade III – O que pode ser feito para minimizar os efeitos do avanço do mar?

Avanço da intrusão salina e a salinização do solo

Atividade I – Intrusão salina na Europa

Atividade II – A intrusão salina: um estudo de caso

Atividade III – Será que a salinidade do solo tem influência no crescimento das plantas?

Atividade IV – Influência da salinidade do solo na produtividade das plantas

Atividade V – Consequências da salinização do solo

Subtema 3: Aquecimento Global: benéfico ou prejudicial para a Vida.

Atividade I – Efeito do excesso de CO₂ nas plantas

Atividade II – Efeitos do aquecimento global nas plantas: na fotossíntese e no ciclo de vida

Atividade III – Efeitos do aquecimento global nos animais: o branqueamento dos recifes de coral e a redução do tamanho das espécies

Atividade IV – O alastramento das doenças tropicais

Atividade V – Destruição de habitats e redução da biodiversidade

Atividade VI – Qual a importância de preservar a biodiversidade?

Estes três subtemas são ‘uma gota de água’ na imensidade de assuntos que podem ser tratados nas aulas de Ciências Naturais ou de Biologia e Geologia. São apenas um ponto de partida para que os professores comecem a encarar as suas aulas de um modo que, se espera, seja mais motivador para os alunos e, consequentemente, para o próprio professor.

Nas atividades propostas pretende-se que os alunos desenvolvam competências no domínio do conhecimento (substantivo, processual e epistemológico), assim como do raciocínio, da comunicação e das atitudes.

3. Proposta de atividades

A estrutura utilizada para a abordagem dos diferentes subtemas e para a proposta das atividades foi baseada em Vieira *et al* (2011). Assim, para cada subtema é feita referência a:

- Temáticas das Ciências Naturais em que o subtema se insere e respetivos anos de escolaridade;
- Interdisciplinaridade possível;
- Tipo de atividades desenvolvidas;
- Competências essenciais para o Ensino Básico, competências gerais para o Ensino Secundário e, em concreto, para a disciplina de Biologia e/ou Geologia e

competências específicas para a literacia científica, que são testadas nas atividades desenvolvidas;

- Objetivos a atingir.

De seguida, é feita a descrição das atividades e respetivas metodologias e, por último, referido o tipo, técnica e instrumentos de avaliação que poderão ser utilizados.

A avaliação deve ser considerada “um processo contínuo e interactivo de recolha e análise de informação, fundamental para fornecer um feedback efetivo ao aluno e ao professor e aumentar a motivação e a auto-estima dos estudantes” (Vieira, 2006).

As atividades propostas, tendo como objetivo principal a construção de um conhecimento, prestam-se a uma avaliação diagnóstica e formativa constante. Várias técnicas de avaliação poderão ser utilizadas, desde inquéritos (questionamento), em que o aluno, por escrito ou oralmente, responde a questões que lhe são colocadas antes, durante ou após as atividades; observação direta dos alunos, aquando da realização das atividades ou análise de documentos produzidos pelos alunos. Um dos aspetos essenciais neste tipo de avaliação é o feedback permanente e atempado, com o objetivo de regular e melhorar constantemente o processo de ensino/aprendizagem.

Pretendeu-se proporcionar aos alunos atividades diversificadas, promotoras da construção e da mobilização de diferentes tipos de saberes: o saber-saber, o saber-fazer, o saber-ser. Muitas dessas atividades têm como ponto de partida artigos de revistas ou jornais, que, sendo material atual e do dia-a-dia podem ser um elemento valioso na motivação dos alunos.

3.1. Subtema 1- Mudanças Climáticas

3.1.1. Será o Homem o único responsável?

Quadro 1 – Temáticas das Ciências Naturais em que se insere

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Terra no Espaço	Sustentabilidade na Terra	A Geologia, os geólogos e os seus métodos A Terra, um planeta muito especial	A Terra ontem, hoje e amanhã

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Ciências Naturais Ciências Físico-Químicas Geografia História Línguas Estrangeiras	Ciências Naturais Ciências Físico-Químicas Geografia História Línguas Estrangeiras	Biologia e Geologia Física e Química A Línguas Estrangeiras	Geologia Línguas Estrangeiras

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Trabalho de pesquisa;
- Comunicação oral aos colegas (atividade cooperativa);
- Análise e interpretação de gráficos;
- Análise e interpretação de textos/notícias/artigos.

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas, manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar e articular saberes e conhecimentos para compreender uma situação ou problema;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio;
- Compreender textos escritos em línguas estrangeiras;
- Pesquisar, selecionar, organizar e interpretar informação de forma crítica;
- Comunicar o conhecimento resultante da interpretação de informação;

- Realizar atividades de forma autônoma, responsável e criativa;
- Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns;

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do *saber ciência*;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do *saber fazer*;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir conhecimento científico sobre as causas naturais que influenciam as alterações climáticas;
- Conhecimento processual, ao realizar pesquisa bibliográfica e ao interpretar gráficos e textos;
- Raciocínio, ao prever a evolução no processo de alterações climáticas na Terra, com base em evidências conhecidas;
- Comunicação, ao explicar aos restantes elementos do grupo o que pesquisou individualmente;
- Atitudes, ao despertar a curiosidade científica nos alunos e ao incutir nos alunos atitudes, normas e valores relativos à natureza da ciência e às suas implicações sociais.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Despertar da curiosidade científica;
- Desenvolver capacidades de pesquisa, de trabalho em grupo e de comunicação oral;
- Analisar e interpretar gráficos;
- Analisar e interpretar textos;
- Compreender que as alterações climáticas ocorrem na Terra de um modo natural;
- Relacionar as alterações climáticas com fenómenos astronómicos e geológicos.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação da questão-problema.

Introdução

1. O sistema climático terrestre compreende uma multiplicidade de componentes. Uma pequena variação num deles pode repercutir-se em todos os outros e as suas consequências podem manifestar-se a longas distâncias e com desfasamento temporal.
2. Os oceanos funcionam como um vasto reservatório de água e de calor. As correntes marinhas distribuem o calor armazenado nos trópicos pelas regiões mais frias do planeta.
3. A atmosfera funciona também como um sistema transportador, levando a humidade dos oceanos para os continentes. Os ventos regulam as variações de pressão e de temperatura nos diferentes locais da Terra.
4. A análise dos glaciares e dos anéis de crescimento das árvores, assim como as representações históricas sob a forma de pinturas, por exemplo, mostram que períodos glaciares e períodos quentes se foram alternando, naturalmente, ao longo da história da Terra.

Questão-problema

Quais as causas destas alterações climáticas verificadas ao longo dos tempos geológicos?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Causas naturais responsáveis pelas alterações climáticas	Questionamento; partilha de ideias 1. Questionar os alunos sobre as possíveis causas naturais responsáveis pelas alterações climáticas, promovendo a partilha de ideias e opiniões. 2. Sistematizar e registar as diferentes ideias. Deverão ser abordadas as seis causas que se seguem: – Variação nos parâmetros que definem a órbita da Terra em torno do Sol – Variação na inclinação do eixo da Terra – Movimento de precessão – Variação na atividade solar – Intensa atividade vulcânica – Mobilidade das placas tectónicas Atividade cooperativa; pesquisa; comunicação oral 3. Dividir a turma em grupos de 6 elementos, sendo atribuído um número de 1 a 6, a cada um desses elementos. 4. A cada elemento com o mesmo número dos diferentes grupos,

	é atribuída a tarefa de pesquisar de que modo cada uma dessas causas influencia as mudanças climáticas. EXEMPLO: Elementos com o número 1 – variação nos parâmetros que definem a órbita da Terra; Elementos com o número 2 – variação na inclinação do eixo da Terra; Etc. NOTA: Poderá ser fornecida, pelo professor, informação adicional 5. Na aula seguinte, cada elemento de cada um dos grupos será responsável por explicar aos restantes elementos do grupo de que modo o fator por ele estudado influencia o clima, provocando as alterações climáticas.
Atividade II A atividade do Sol e as alterações climáticas (ver Desenvolvimento)	Visionamento de vídeos; interpretação de gráficos; questionamento 1. Visionar vídeos retirados do sítio da NASA com imagens da atividade solar. 2. Apresentar gráficos que permitam relacionar a maior ou menor atividade solar com alterações climáticas verificadas na superfície terrestre e fazer, oralmente, em sala de aula, a interpretação dos gráficos. NOTA: Os gráficos apresentados são meramente ilustrativos, podendo ser substituídos por quaisquer outros com o mesmo objetivo, o mesmo acontecendo com as questões sugeridas. 3. Relacionar as alterações do clima com determinados acontecimentos históricos.
Atividade III A intensa atividade vulcânica também pode ser responsável por alterações climáticas (ver Desenvolvimento)	Interpretação de textos em língua estrangeira; discussão de resultados e previsão de consequências 1. Apresentar o artigo sobre a erupção do Monte Tambora em 1815. NOTA: Caso se trate do 7º ou 8º ano seria enriquecedor pedir a colaboração do professor de Inglês, o que aumentaria a interdisciplinaridade da atividade. 2. Discutir com os alunos de que modo intensa atividade vulcânica pode provocar alterações climáticas, por

	arrefecimento ou por aquecimento. 3. Discutir com os alunos de que modo essas alterações climáticas podem ter consequências sobre os ecossistemas e sobre a sociedade humana.
Atividade IV E as alterações climáticas? Podem ser responsáveis por erupções vulcânicas? (ver Desenvolvimento)	Análise e interpretação de textos/notícias/artigos 1. Apresentar artigos que relacionem aquecimento global com clima. 2. Discutir com os alunos as consequências que poderão advir dessa relação.
Atividade V Como a mobilidade das placas tectónicas pode influenciar o clima (ver Desenvolvimento)	Interpretação de textos e imagens/esquemas; questionamento; análise de causas e consequências 1. Apresentar textos, notícias, artigos e/ou imagens sobre a formação do istmo do Panamá, associando-a à movimentação de placas tectónicas. 2. Discutir com os alunos de que modo a ligação entre a América do Norte e a América do Sul levou a alterações climáticas 3. Apresentar imagens de Nova Iorque e Lisboa no inverno que mostrem que, apesar de se encontrarem sensivelmente à mesma latitude e altitude, estas duas cidades apresentam invernos com condições climáticas muito díspares. Levar os alunos a estabelecer as causas desse facto.
Atividade VI A influência das alterações climáticas na expansão dos povos (ver Desenvolvimento)	Interpretação de textos e imagens; questionamento 1. Apresentar imagens e textos que permitam aos alunos concluir que as alterações climáticas são um fenómeno recorrente da história da Terra cuja influência se fez sentir na história do Homem (caso da expansão Viking e da formação do Império Romano).

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica	Inquérito	Questionamento
Formativa	Observação direta	Grelhas de observação
	Análise de documentos	Pesquisas
		Apresentações

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade II

A atividade do Sol e as alterações climáticas

1. Como elemento introdutor e motivador, visionar vídeos retirados do sítio na NASA com imagens da atividade solar.
2. Projetar os gráficos que se seguem.

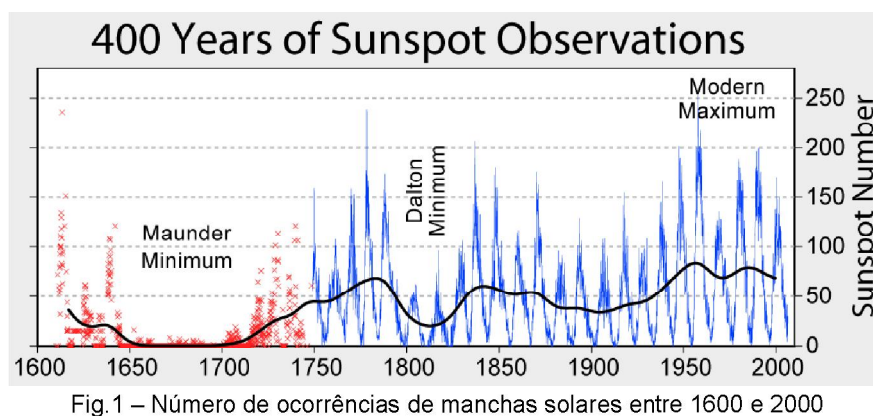


Fig.1 – Número de ocorrências de manchas solares entre 1600 e 2000

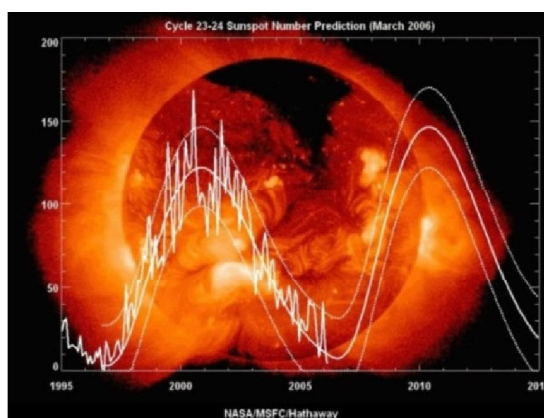


Fig.2 - Ciclos solares 23 e 24

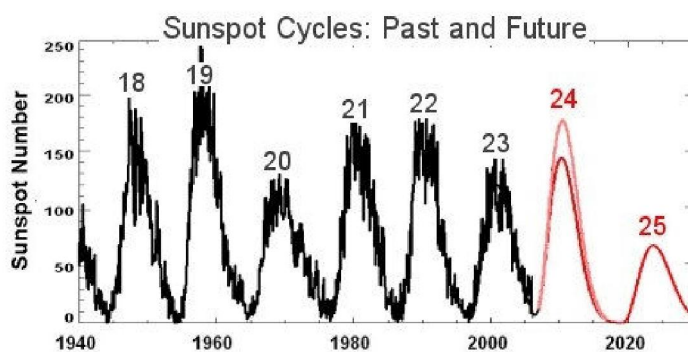


Fig.3 - Manchas solares: passado e futuro

3. Analisar e interpretar oralmente com os alunos, em sala de aula, os gráficos apresentados. Sugerem-se as seguintes questões a serem colocadas:
- a) A maior quantidade de manchas solares é representativa de uma maior atividade do Sol. Analisando os diferentes gráficos, que podemos concluir sobre o modo como varia a atividade solar ao longo dos tempos?
 - b) Qual é o período, aproximado, de cada ciclo solar?
 - c) Em que ciclo solar nos encontramos atualmente?
 - d) De que modo a variação da atividade solar se reflete no clima terrestre?
 - e) Dê exemplos, retirados dos gráficos, que lhe permitam justificar a sua resposta à questão anterior.
4. Projetar a figura que se segue (pintura de Abraham Hondius, datada de 1684) assim como o gráfico sobre a variação da temperatura nos últimos 2000 anos.



Fig.4 - Congelamento do rio Tamisa

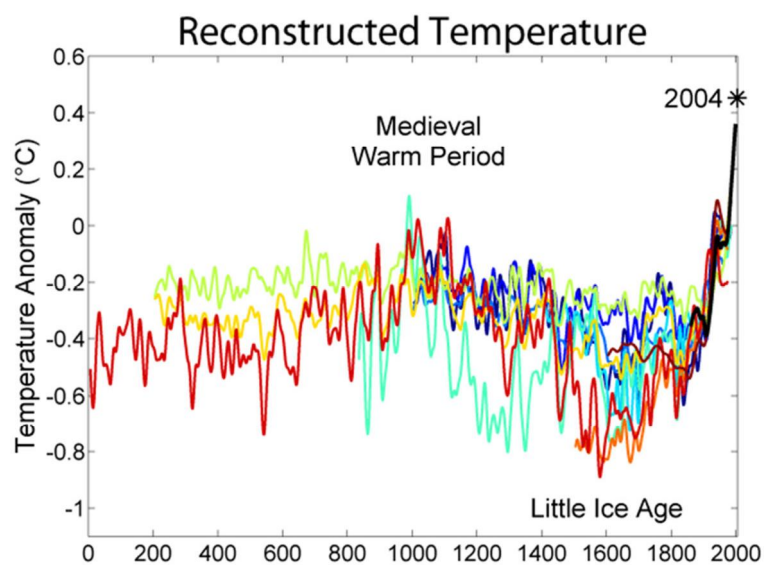


Fig.5 - Variação da temperatura na Terra nos últimos 2000 anos

- 4.1. Pedir aos alunos para fazerem a correspondência entre a pintura de Hondius e um período representado no gráfico.
5. Os séculos XII e XIV foram épocas marcadas pela pobreza, pela fome, pelas doenças, em particular a peste negra, e, conseqüentemente por uma grande instabilidade política e social. Questionar os alunos sobre a possível relação destes factos com as alterações climáticas que se viveram nesse período.
6. Terminar esta atividade colocando as seguintes questões:
 - a) Quais as previsões para os próximos 15/20 anos, no que respeita à atividade solar? Irá ser mais ou menos intensa?
 - b) Como se deveria refletir esse facto na temperatura à superfície terrestre?
 - c) Apesar do previsto decréscimo da atividade solar, o que é um facto é que as previsões apontam para a continuação de um aumento das temperaturas na Terra. Como explica esse facto?

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- http://www.nasa.gov/vision/universe/solarsystem/solar_cycle_graphics.html
- http://www.wired.com/science/discoveries/news/2009/04/dayintech_0410

Figuras retiradas de:

Fig.1 - http://www.oocities.org/br/ciclo_solar_py5aal/index.htm

Fig.2 - [http://www.nasa.gov/images/content/144055main_Cycle24PredictionHathaway\[3.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/144055main_Cycle24PredictionHathaway[3.jpg)

Fig.3 - http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2006/10may_longrange/

Fig.4 - <http://caminhoalternativo.wordpress.com/2012/01/30/esqueca-o-aquecimento-global-a-terra-esta-entrando-numa-mini-era-do-gelo/>

Fig.5 - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:2000_Year_Temperature_Comparison.png

Atividade III

A intensa atividade vulcânica também pode ser responsável por alterações climáticas

1. Entregar aos alunos o artigo que se segue.

April 10, 1815: Tambora Explosion Triggers 'Volcanic Winter'

By Randy Alfred 04.10.09



Tambora's 1815 eruption created a massive summit caldera.

Image: NASA

[View Slideshow](#)

Tambora sits on Sumbawa Island, east of Java in what is today Indonesia. Geological evidence shows it probably hadn't erupted in 5,000 years.

But the volcano literally steamed into life sometime in 1814, and perhaps as early as 1812. Molten underground magma interacted with ground water, and the volcano expelled steam, ash and rocks.

Tambora exploded on April 5, 1815 — an eruption of sufficient force to make the history books on its own. Ash fell on eastern Java. More than 800 miles away, people heard a roar that sounded like thunder.

Just a foretaste.

The big show began April 10. Three columns of fire were seen towering into the sky. By the next day Tambora had ejected about 12 cubic *miles* of magma into the air.

But the mountain's solid towering peak was also gone. The eruption left a deep summit crater, with a rim 4,100 feet lower than the peak had once been. People in Surabaya, 300 miles away on Java, felt the earth move — possibly the result of the caldera collapse.

Between the magma ejected from below and the pulverized mountaintop above, Tambora sent more than 36 cubic miles of pulverized rock into the atmosphere. The ash falling on islands nearby immediately suffocated crops. That alone probably killed 92,000 people.

The cloud of ash that was fine and light enough to stay in the atmosphere circled the globe. Average temperatures dropped as much as 5 degrees Fahrenheit over the next year and beyond. Many Europeans and North Americans called 1816 the "year without a summer."

Snow fell in New England and Eastern Canada in June. (Quebec City got a foot of the stuff.) Frost was recorded in each of the summer months. Drought struck in July and August, and the sunlight was weak. Crops were stunted or failed entirely. Much of what survived and looked near to harvest was killed off by a September frost.

Europe was very cold and very rainy. Ash fell with snow. Rivers flooded. Britain, France, Switzerland and Germany lost harvests and suffered famine. The Napoleonic Wars had caused food shortages, and now there were riots and looting, then an epidemic. Some 200,000 people died in Eastern and Southern Europe from a combination of typhus and hunger.

Asia and India experienced heavy monsoons, cold temperatures and frost. Rice production fell. China suffered famine, and India was hit with a cholera epidemic.

The only silver lining to this dark and lethal cloud: The failure of the oat crop in Germany made maintaining horses expensive ... and led to invention of the bicycle.

Source: U.S. Geological Survey

Adaptado de http://www.wired.com/science/discoveries/news/2009/04/dayintech_0410

2. Apresentar aos alunos a seguinte tabela onde constam as erupções vulcânicas mais mortíferas de que há registro.

Volcano	Year	Deaths	Major cause of deaths
Tambora, Indonesia	1815	92,000	Starvation
Krakatau, Indonesia	1883	36,417	Tsunami
Mount Pelee, Martinique	1902	29,025	Ash flows
Ruiz, Colombia	1985	25,000	Mudflows
Unzen, Japan	1792	14,300	Volcano collapse, tsunami
Laki, Iceland	1783	9,350	Starvation
Kelut, Indonesia	1919	5,110	Mudflows
Galunggung, Indonesia	1882	4,011	Mudflows
Vesuvius, Italy	1631	3,500	Mudflows, lava flows
Vesuvius, Italy	79	3,360	Ash flows, falls

Papandayan, Indonesia	1772	2,957	Ash flows
Lamington, Papua New Guinea	1951	2,942	Ash flows
El Chichon, Mexico	1982	2,000	Ash flows
Soufriere, St. Vincent	1902	1,680	Ash flows
Oshima, Japan	1741	1,475	Tsunami
Asama, Japan	1783	1,377	Ash flows, mudflows
Taal, Philippines	1911	1,335	Ash flows
Mayon, Philippines	1814	1,200	Mudflows
Agung, Indonesia	1963	1,184	Ash flows
Cotopaxi, Ecuador	1877	1,000	Mudflows
Pinatubo, Philippines	1991	800	Disease
Komagatake, Japan	1640	700	Tsunami
Ruiz, Colombia	1845	700	Mudflows
Hibok-Hibok, Philippines	1951	500	Ash flows

Retirada de <http://www.infoplease.com/ipa/A0197833.html>

3. Solicitar aos alunos que leiam e retirem do artigo informação sobre a influência que a erupção do vulcão Tambora teve nas alterações climáticas, e, com a ajuda da análise da tabela apresentada, que concluam sobre a principal causa de morte atribuída a essa erupção.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- http://www.wired.com/science/discoveries/news/2009/04/dayintech_0410

Atividade IV

E as alterações climáticas? Podem ser responsáveis por erupções vulcânicas?

1. Entregar aos alunos o seguinte texto.

“Mudanças climáticas podem acordar vulcões

Notícias Terra 24.09.09

Os geólogos estão desesperadamente a tentar recolher dados que permitam compreender de que maneira o aquecimento global pode influenciar as atividades geológicas violentas. À medida que o nível cada vez mais elevado de dióxido de carbono causa aquecimento do planeta, os problemas associados ao derretimento das camadas de gelo não se limitarão a elevar o nível do mar, mas também poderão remover as camadas de bloqueio de vulcões.

Por exemplo, na Islândia, há cerca de 11 mil anos atrás, houve um grande surto de atividade vulcânica que, hoje, é vista como relacionada com a presença de águas geradas pelo derretimento da camada de gelo e que vieram a inundar a área.

Nos vulcões islandeses, o gelo serve como uma tampa protetora que, quando removida, faz com que o magma que existe abaixo da superfície se descomprima muito mais rápido do que o que seria normal”.

Adaptado de <http://noticias.terra.com.br/ciencia/noticias/0,,OI3994811-EI238,00-Mudancas+climaticas+podem+acordar+vulcoes.html>

2. Discutir as possíveis implicações que a relação existente entre aquecimento global e intensa atividade vulcânica pode ter para o planeta em geral.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- <http://noticias.terra.com.br/ciencia/noticias/0,,OI3994811-EI238,00-Mudancas+climaticas+podem+acordar+vulcoes.html>

Atividade V

Como a mobilidade das placas tectônicas pode influenciar o clima

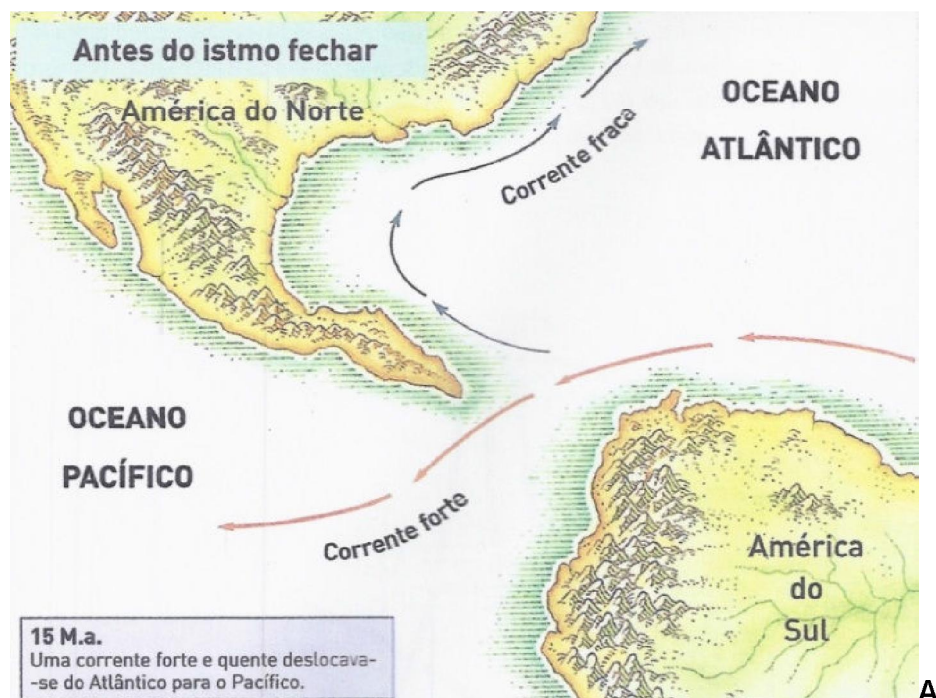
1. Apresentar aos alunos o texto e as imagens que se seguem.

Reuters 17.07.08

“Fósseis com mais de 20 milhões de anos encontrados por cientistas no Panamá podem explicar como e quando as Américas se uniram. Os cientistas acreditam que as placas tectônicas da América do Sul e das Caraíbas chocaram há cerca de 15 milhões de anos, provocando uma atividade vulcânica que acabou por formar o istmo centro-americano e separando os oceanos Atlântico e Pacífico.

Descobrir exatamente quando isso aconteceu pode ser essencial para entender a ligação entre as mudanças nas correntes oceânicas e o nosso clima, esclarecendo algumas questões ligadas ao aquecimento global. Segundo o geólogo Camilo Montes, do Smithsonian, “o fecho do istmo pode estar ligado a uma era glacial que afetou a América do Norte mais ou menos nessa altura, talvez por ter alterado as correntes oceânicas”.

Adaptado de <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL650467-5603,00.html>





B



C

Fig.1 (A, B e C) – Etapas da formação do istmo do Panamá

2. Colocar as seguintes questões:

- O que esteve na origem da formação do istmo do Panamá?
- De que modo se pode associar a formação do istmo do Panamá com as alterações climática?
- Qual foi, então, o verdadeiro responsável pelas alterações climáticas?

3. Apresentar aos alunos imagens e pequenos textos descritivos do inverno em Nova Iorque e em Lisboa.

“O inverno de Nova Iorque pode ser uma experiência congelante se não estiver bem preparado. Para quem já está a pensar nas malas, é preciso lembrar que alguns itens que não fazem parte do guarda-roupa habitual devem ser acrescentados, como o protetor de orelhas, touca ou chapéu. Estamos a considerar que vá passear pela cidade e estar exposto ao frio por mais de vinte minutos. Dependendo da temperatura, esse tempo é mais que suficiente para fazer sentir dor nos ossos dos despreparados”.

Adaptado de <http://www.turismonewyork.com.br/conteudo/dicas-de-nova-york/o-inverno-por-aqui-14.mstp>



Fig.2 (A e B) – Inverno em Nova Iorque

“Em Lisboa, os invernos conseguem ter bastante chuva, vento e frio, sendo a mínima média de 8°C e a máxima de 15°C. Até no inverno é possível haver dias lindos, cheios de sol e com temperaturas que chegam aos 25°C. Geada e neve são muito raras em Lisboa”.

Adaptado de <http://www.strawberry-world.com/pt/portugal/lisboa/clima.html>

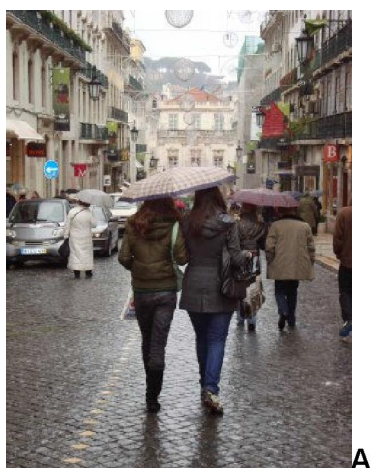


Fig.3(A e B) – Inverno em Lisboa

4. Apresentar aos alunos um mapa de correntes marítimas, como, por exemplo, o que se segue:

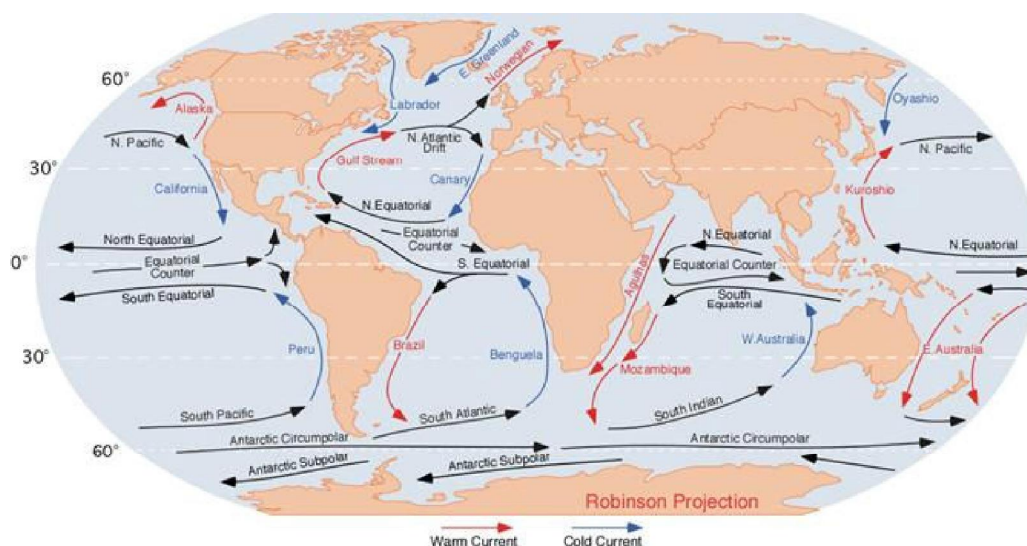


Fig.4 – Correntes marítimas

5. As latitudes das cidades de Nova Iorque e de Lisboa são, respetivamente, 40°43'N e 38°43'N.

Após análise do mapa apresentado na figura 4, questionar os alunos sobre as razões dos invernos tão díspares entre duas cidades localizadas a latitudes semelhantes como Lisboa e Nova Iorque, levando-os a relacioná-las com as correntes marítimas, em especial a Corrente do Golfo e a Corrente de Labrador.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- <http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL650467-5603,00.html>
- <http://www.turismoneyork.com.br/conteudo/dicas-de-nova-york/o-inverno-por-aqui-14.mstp>
- <http://www.strawberry-world.com/pt/portugal/lisboa/clima.html>

Figuras retiradas de:

Fig.1 – Silva, A.D. et al (2011). *Terra, Universo de Vida-Biologia e Geologia 10ºAno*. Porto Editora, Porto

Fig.2 - http://www.manualdoturista.com.br/materias_detalhes.asp?Cod=98

<http://ultrdownloads.com.br/papel-de-parede/Central-Park-no-Inverno-Nova-Iorque--72196/>

Fig.3 - http://fiatenavirgem.blogspot.pt/2009_01_01_archive.html

<http://ruvasa2a.blogspot.pt/2008/09/1783-entardecer-de-inverno-ameno.html>

Fig.4 - <http://br.monografias.com/trabalhos3/correntes-marinhas/correntes-marinhas2.shtml>

Atividade VI

A influência das alterações climáticas na expansão dos povos

1. Projetar a imagem que se segue, que representa a Gronelândia.

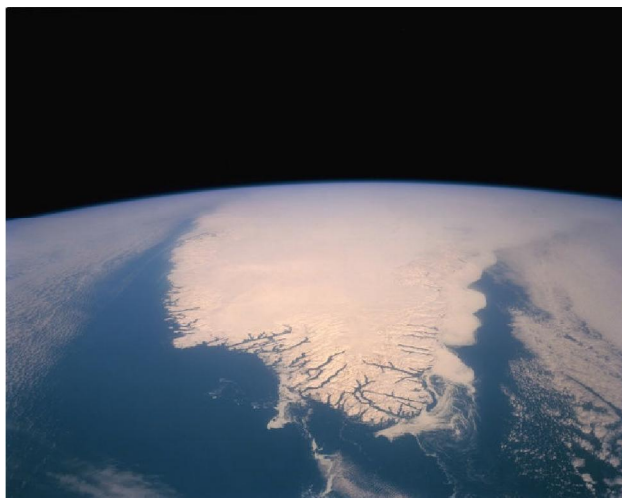


Fig.1 - Gronelândia vista do espaço

A Gronelândia terá sido ocupada e colonizada, pela primeira vez, por vikings noruegueses, que a descobriram e lhe deram o nome que ainda hoje lhe é atribuído pela língua inglesa, “Greenland” (Terra Verde).

Questionar os alunos sobre a razão da atribuição desse nome a um território que, atualmente, é totalmente inóspito devido ao facto de se encontrar completamente gelado e em que medida esse facto foi responsável pela expansão marítima dos vikings e pela colonização de novos territórios.

2. Apresentar aos alunos o seguinte texto, discutindo com eles as relações existentes entre clima e história.

“Baseado em estudos feitos em glaciares, em anéis de árvores, em depósitos de pólen, etc., sabe-se, atualmente, que os séculos I a.C. e I e II d.C., correspondentes à grande expansão e apogeu do Império Romano, se caracterizaram por uma estabilidade climática excepcional, sendo mais quentes do que os seguintes. A precipitação em França manteve-se estável e muito equilibrada e o Egipto, considerado o “celeiro” do Império Romano, gozou, nesse período de tempo, de excelentes condições para a produção de cereais. Os níveis do rio Nilo refletem uma precipitação que se estendia desde a Etiópia até à África oriental e central, com inundações muito favoráveis das suas

margens. Estes factos deveram-se a fatores como atividade solar estável e baixo nível de atividade vulcânica, durante esse período de tempo.

Nos séculos III e IV d.C., o clima começa a mostrar sinais de maior instabilidade. Vários estudos demonstram que um período de arrefecimento terá surgido no início do século III. A precipitação em França e na Europa Central torna-se muito variável, com picos de seca por volta do ano 300. Durante estes séculos verificou-se uma atividade solar baixa que terá levado a um arrefecimento, assim como a ocorrência de algumas erupções vulcânicas de grande impacto. Estas alterações climáticas levaram a um decréscimo da produção de alimentos que, associado a crises políticas e militares terá levado ao declínio do Império Romano.”

Adaptado de McCormick *et al.*

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- McCormick, M. *et al.* (2012). Climate Change during and after the Roman Empire: Reconstructing the Past from Scientific and Historical Evidence. *Journal of Interdisciplinary History* XLIII:2, 169-220

Figuras retiradas de:

Fig.1 - http://www.ccvalg.pt/astrologia/sistema_solar/terra.htm

3.1.2. A intervenção do Homem

Quadro 1 - Temáticas em que se insere

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Terra no Espaço	Sustentabilidade na Terra	A Terra, um planeta muito especial	A Terra ontem, hoje e amanhã

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Ciências Naturais Ciências Físico-Químicas Geografia	Ciências Naturais Ciências Físico-Químicas Geografia	Biologia e Geologia Física e Química A	Geologia

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Trabalho de pesquisa (atividade cooperativa);
- Comunicação oral aos colegas (atividade cooperativa);
- Produção escrita;
- Análise e interpretação de textos/notícias/artigos;
- Análise e interpretação de gráficos;
- Análise e interpretação de imagens;
- Discussão através de role-playing.

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas, manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar situações problemáticas;
- Reconhecer, confrontar e harmonizar diversas linguagens para a comunicação de uma informação;
- Utilizar formas de comunicação diversificadas, adequando linguagens e técnicas aos contextos e às necessidades;
- Traduzir ideias e informações expressas numa linguagem para outras linguagens;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio;

- Debater a pertinência das estratégias adotadas em função de um problema;
- Confrontar diferentes perspectivas face a um problema, de modo a tomar decisões adequadas;
- Propor situações de intervenção, individual e/ou coletiva, que constituam tomadas de decisão face a um problema;
- Realizar atividades de forma autónoma, responsável e criativa;
- Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns.

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do *saber ciência*;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir conhecimento sobre o efeito de estufa e a sua importância para a vida na Terra e sobre as causas do seu aumento acentuado;
- Conhecimento processual, ao realizar pesquisa bibliográfica e ao interpretar gráficos e textos;
- Raciocínio, ao prever consequências para os ecossistemas e para a sociedade humana do aumento acentuado do efeito de estufa e ao apresentar soluções para minimizar a ação do Homem;
- Comunicação, ao discutir de que modo o desenvolvimento económico e tecnológico pode ou não ser compatível com a manutenção do equilíbrio do sistema Terra;
- Atitudes, ao despertar a curiosidade científica nos alunos e ao avaliar o impacto da ação do Homem sobre a sociedade e o ambiente.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Despertar da curiosidade científica;
- Desenvolver capacidades de pesquisa, de trabalho em grupo e de comunicação oral;
- Analisar e interpretar gráficos;
- Analisar e interpretar textos;
- Compreender a importância do efeito de estufa para a existência de vida na Terra;

- Compreender de que modo o Homem intervém no sistema climático terrestre, nomeadamente aumentando a emissão de gases com efeito de estufa e reduzindo o coberto vegetal;
- Discutir possíveis soluções para minimizar a intervenção do Homem no sistema climático terrestre.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação da questão-problema.

Introdução

1. O clima terrestre é um sistema complexo onde o conjunto dos continentes, dos oceanos e da atmosfera interagem permanentemente. As modificações naturais do sistema climático são sobretudo devidas à atividade do Sol, às grandes erupções vulcânicas e à concentração de gases com efeito de estufa na atmosfera.

O Homem intervém no sistema climático não apenas ao libertar gases com efeito de estufa para a atmosfera mas também modificando toda a superfície terrestre.

2. O sistema climático terrestre reage de maneira extremamente sensível a pequenas variações. Um aumento da temperatura de alguns graus Celsius pode ter efeitos enormes, não sendo o sistema Terra capaz de se adaptar com a rapidez suficiente.

Os ecossistemas terrestres são os primeiros a ser afetados mas certos aspetos da vida humana como a agricultura e as reservas de água são igualmente afetados. Certos setores da economia como, por exemplo, o turismo são também ameaçados.

3. Segundo os modelos informáticos mais recentes a temperatura média da Terra aumentará cerca de 4,5°C nos próximos cem anos. Este aumento será determinado essencialmente pelo aumento do CO₂ na atmosfera, estando as quantidades libertadas deste gás com efeito de estufa dependentes do desenvolvimento económico e tecnológico.

Questões-Problema

Quais as condições que tornam a Terra um planeta tão especial?

De que modo o Homem intervém no sistema climático, alterando o equilíbrio terrestre?

O que pode ser feito para minimizar esta intervenção?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Condições da Terra que permitem a existência de vida	Atividade cooperativa; pesquisa; comunicação oral 1. Dividir a turma em grupos. 2. Os diferentes grupos vão pesquisar quais as condições próprias da Terra que permitem a existência de vida. 3. Os resultados da pesquisa serão apresentados em sala de aula. NOTA: Os alunos deverão apresentar exemplos concretos que demonstrem quais as condições que os seres vivos necessitam para viver.
Atividade II Efeito de estufa: afinal bom ou mau para o nosso planeta? (ver Desenvolvimento)	Produção escrita; interpretação de textos; confronto de ideias com possível mudança conceptual 1. Pedir aos alunos para escreverem no caderno o que sabem sobre efeito de estufa: o que é, o que o provoca, se é benéfico ou prejudicial, etc. 2. Apresentar um texto sobre o efeito de estufa, discutindo com os alunos a importância desse fenómeno para a manutenção da vida na Terra, levando-os a associarem este conceito com o que acontece numa estufa utilizada para fins agrícolas. 3. Solicitar aos alunos que leiam o que escreveram no início da aula, verificando se houve ou não alteração na percepção que os alunos tinham do que era o efeito de estufa.
Atividade III Por que se fala então tanto do efeito de estufa? (ver Desenvolvimento)	Interpretação de gráficos; atividade cooperativa; pesquisa; comunicação oral com utilização de diferentes recursos 1. Apresentar gráficos e esquemas que permitam relacionar o aumento da temperatura com o aumento dos gases com efeito de estufa. NOTA: Os gráficos apresentados são meramente exemplificativos, podendo ser substituídos por quaisquer outros. 2. Fazer, em aula, a interpretação dos gráficos. 3. Questionar os alunos sobre possíveis soluções para o problema do aquecimento global e seleccionar as que reúnam maior consenso.

	4. Dividir a turma em grupos. Cada grupo ficará encarregue de pesquisar sobre cada uma das soluções selecionadas (em que consiste, vantagens e desvantagens), de modo a apresentar à turma o que pesquisou.
Atividade IV O ciclo do carbono (ver Desenvolvimento)	Análise e interpretação de esquemas; produção escrita 1. Apresentar aos alunos um artigo sobre o ciclo do carbono. 2. A partir da análise e interpretação de um artigo esquemático, os alunos deverão elaborar um pequeno texto sobre o ciclo do carbono. Visualização e interpretação de um vídeo 3. Visualizar o DVD da BBC “A História da Terra-Outros Mundos”.
Atividade V Os combustíveis fósseis	Produção escrita 1. Pedir aos alunos para fazerem um comentário, por escrito, à seguinte frase: “Com os combustíveis fósseis, estamos a usar aquilo que demorou milhões de anos a acumular e a libertá-lo num instante geológico”. James Zachos, Universidade da Califórnia
Atividade VI A desflorestação também contribui para um aquecimento global (ver Desenvolvimento)	Análise e interpretação de imagens 1. Apresentar aos alunos algumas imagens representativas da desflorestação e analisá-las, oralmente, em sala de aula, constatando que a desflorestação vai contribuir para a acumulação de dióxido de carbono na atmosfera e, como tal, para o aquecimento global.
Atividade VII Mas será que não se faz nada de bom? (ver Desenvolvimento)	Análise e interpretação de notícias 1. Falar aos alunos sobre o Protocolo de Quioto. 2. Apresentar aos alunos artigos ou notícias que demonstrem a preocupação de uma redução da emissão de gases com efeito de estufa.
Atividade VIII Será que o desenvolvimento económico e tecnológico é incompatível com o	Produção escrita; Role-playing 1. Dividir a turma em grupos. 2. Cada grupo ficará encarregue de escrever um texto argumentativo em que intervenham personagens como, por exemplo, dono de uma refinaria, empregado de uma refinaria, ambientalista, engenheiro, etc. e em que cada personagem

equilíbrio do nosso planeta?	defende o seu ponto de vista relativamente à implantação de uma refinaria junto a uma localidade. 3. Os textos são analisados pelo professor e apresentados em aula, de modo a construir um texto único com as melhores ideias de cada um. 4. Os alunos terão que fazer a representação, assumindo cada um deles uma das personagens.
------------------------------	--

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica	Inquérito	Questionamento
Formativa	Observação direta	Grelhas de observação
	Análise de documentos	Pesquisas
		Apresentações
		Produção de textos

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade II

Efeito de estufa: afinal bom ou mau para o nosso planeta?

1. Os alunos terão que elaborar um pequeno texto sobre o que sabem sobre efeito de estufa: o que é, o que o provoca, se é benéfico ou prejudicial, etc.
2. Apresentar o texto que se segue, discutindo com os alunos a importância do efeito de estufa como um dos fenómenos que torna possível a existência de vida na Terra.

“O efeito de estufa é causado pelos 'gases de estufa', gases como o dióxido de carbono, o vapor de água, o metano, entre outros, que evitam que o calor solar absorvido pela superfície terrestre se escape para o espaço. Isto acontece porque as radiações solares do espectro do visível atravessam a atmosfera e são absorvidas pela superfície do globo, aquecendo-a; este calor é depois reemitido para o espaço sob a forma de radiações infravermelhas, que são parcialmente absorvidas pelos gases de estufa, 'aprisionando' esta energia calorífica. Desta forma, a temperatura do planeta é mantida dentro de uma gama de valores cerca de 30° C superior ao que seria se estes gases não existissem, o que torna possível a existência de vida no planeta (nomeadamente, impede que os rios, lagos e mares congelem).”

Adaptado de http://campus.fct.unl.pt/afr/ipa_9899/grupo0032_ordenamento/html/efestu.html
3. Os alunos devem reavaliar o que escreveram no seu texto inicial, de modo a detetar, ou não, mudanças conceptuais.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- http://campus.fct.unl.pt/afr/ipa_9899/grupo0032_ordenamento/html/efestu.html

Atividade III

Por que se fala então tanto do efeito de estufa?

1. Projetar os gráficos que se seguem.

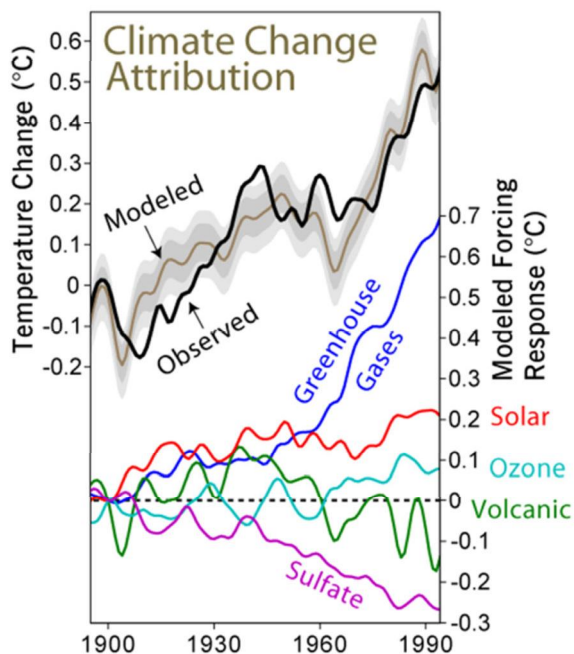


Fig.1 – Relação entre cinco fatores condicionantes do clima (linhas inferiores, coloridas) e as variações de temperatura (linhas superiores, a preto e cinzento)

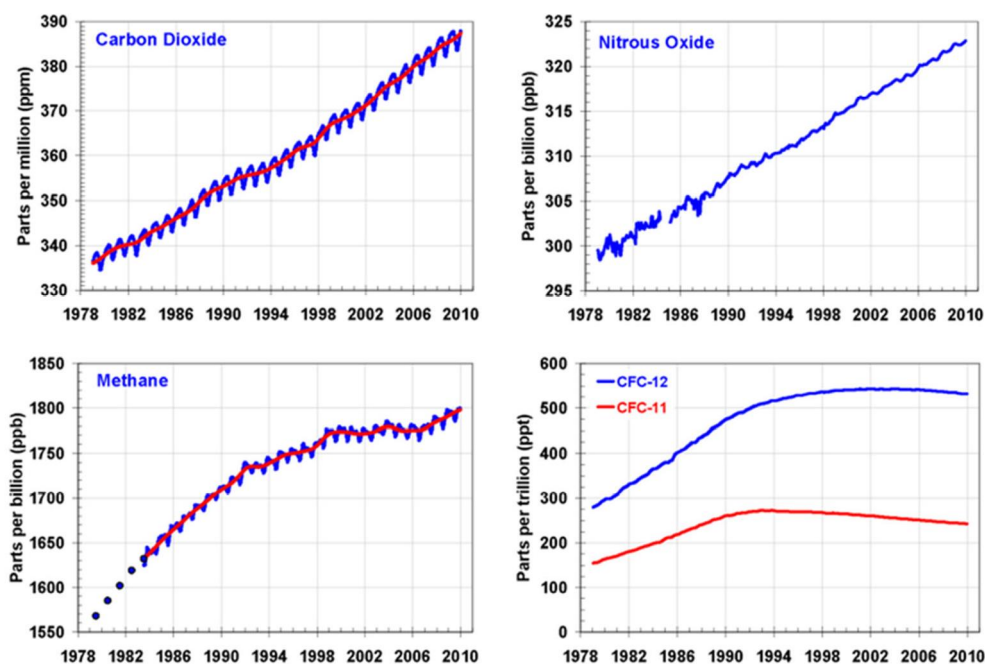


Fig.2 – Emissões globais de gases com efeito de estufa em função do tempo

2. Analisar e interpretar oralmente com os alunos, em sala de aula, os gráficos apresentados. Sugerem-se as seguintes questões a serem colocadas:
 - a) Que variáveis estão representadas no gráfico da fig.1?
 - b) Este gráfico estabelece a ligação entre que fenómenos?
 - c) Atendendo às variações observadas, qual dos fatores é o principal responsável pelo aumento de temperatura que se tem vindo a verificar nos últimos tempos?
 - d) Quais os gases com efeito de estufa que têm vindo a aumentar de um modo bastante acentuado?
 - e) Sugira causas para um aumento tão acentuado dos gases com efeito de estufa.
 - f) Que consequências prevê para os ecossistemas da Terra e para o próprio homem se se mantiver esta evolução evidenciada nos gráficos?
 - g) Sugira soluções para travar esta evolução.
3. Escrever no quadro as soluções sugeridas pelos alunos. No final, debate-se a validade de cada uma das sugestões ficando aquelas que evidenciam um consenso de todos os alunos. As soluções sugeridas passarão, muito provavelmente, pela utilização de energias renováveis em detrimento dos combustíveis fósseis, tais como:
 - Energia solar
 - Energia eólica
 - Energia das ondas
 - Energia geotérmica
 - Energia hídrica
4. Dividir a turma em grupos.
5. Cada grupo fica encarregue de elaborar um trabalho sobre uma das soluções selecionadas, em que se explique em que consiste, quais as vantagens e as desvantagens.
6. Os trabalhos serão apresentados em aula.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

Figuras retiradas de:

Fig.1 - http://en.wikipedia.org/wiki/File:Climate_Change_Attribution.png

Fig.2 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Major_greenhouse_gas_trends.png

Atividade IV

O ciclo do carbono

1. Entregar aos alunos o seguinte artigo, pedindo que o leiam e dele retirem informações sobre o ciclo do carbono.

“Carbon Cycle

The carbon cycle describes the exchange of carbon among Earth’s biosphere (life), atmosphere (air), hydrosphere (water), pedosphere (soil) and lithosphere (rocks, crust, and mantle). It is one of several biogeochemical cycles on Earth that play a key role in making life possible and in regulating many planetary systems.

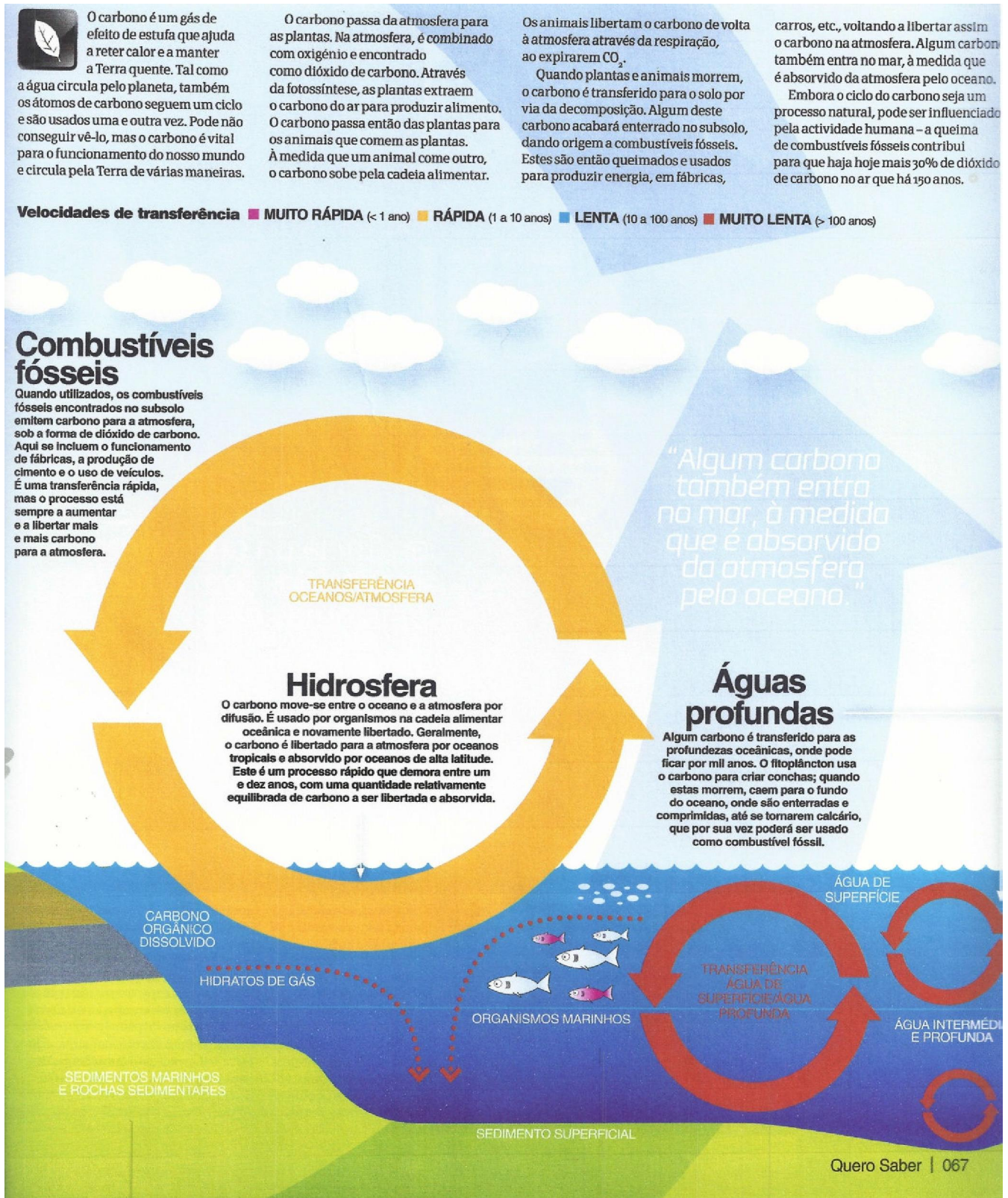
Exchanges between these spheres take many forms. Atmospheric carbon dioxide can readily dissolve into surface waters, and both atmospheric and carbon dioxide dissolved in the ocean are easily and frequently taken up living organisms. Transfer of carbon into the lithosphere takes much longer. Carbon in the lithosphere is also less mobile, often remaining stored there for millions of years, but large amounts can be released in an instant during a volcanic eruption. Human use of fossil fuels and other activities is also releasing an increasing amount stored in hydrocarbons back to the atmosphere as carbon dioxide.

Some organisms—such as photosynthetic plants and microbes and chemosynthetic bacteria—are able to take inorganic carbon, primarily in the form of carbon dioxide, and combine it with water to form simple carbohydrates (sugars). These carbohydrates formed by photosynthesis or chemosynthesis serve as the basic building blocks of all organic (carbon-containing) molecules that are necessary for life. Carbon dioxide dissolved in water is likewise readily incorporated into the marine food chain and into the carbonate minerals that make up the shells or skeletons of many marine organisms.”

Adaptado de www.whoi.edu

2. Visualizar o DVD da BBC “A História da Terra-Outros Mundos”, e concluir sobre a importância do ciclo do carbono para a manutenção das condições especiais do planeta Terra que permitem a existência de vida, em oposição ao que se verifica nos planetas Vênus e Marte.
3. Entregar aos alunos o artigo “O Ciclo do Carbono”, apresentado em seguida.





Adaptado da revista Quero Saber

4. Baseado nas diferentes fontes de informação que lhes foram disponibilizadas, os alunos devem elaborar um texto sobre o ciclo do carbono, em que estejam contemplados os seguintes tópicos:

- Onde podemos encontrar carbono na Natureza;
- Quais os elementos químicos com os quais o carbono surge usualmente ligado;
- Descrição sumária do ciclo do carbono;
- Utilizando como exemplo o carbono e o seu ciclo, estabelecer relações entre os diferentes subsistemas terrestres: Geosfera, Hidrosfera, Atmosfera e Biosfera.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Revista *Quero Saber*, Edição 7, abril 2011, Goody S.A., Lisboa
- DVD *A História da Terra*, David Sington, BBC, 1998
- www.whoi.edu (Woods Hole Oceanographic Institution)

Atividade VI

A desflorestação também contribui para um aquecimento global

1. Apresentar aos alunos estas imagens ou outras com igual objetivo.



Fig. 1 – Abertura de estrada com derrube de árvores



Fig. 2 – Incêndio em zona florestal



Fig. 3 – Desflorestação de floresta autóctone com fins agrícolas e de pastoreio

2. Analisar e interpretar oralmente com os alunos, em sala de aula, as imagens apresentadas. Sugerem-se os seguintes aspetos a serem discutidos:

- a) As causas da desflorestação apresentadas nas imagens;
- b) Outras causas responsáveis pela desflorestação;
- c) De que modo a desflorestação pode contribuir para o aquecimento global;
- d) Que medidas devem ser tomadas.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- www.whoi.edu (Woods Hole Oceanographic Institution)
- www.gcep.stanford.edu (Global Climate & Energy Project – Stanford University)

– www.earthobservatory.nasa.gov. (Earth Observatory – Nasa)

Figuras retiradas de:

Fig.1 - <http://inhabitat.com/housing-crisis-worlds-trees>

Fig.2 - <http://sgoldbach.blogspot.com/2009/11/deforestation.html>

Fig.3 - <http://www.treehugger.com/files/2009/06/tropical-deforestation-brings-economic-boom-followed-by-human-ecological-bust.php>

Atividade VII

Mas será que não se faz nada de bom?

1. Apresentar aos alunos um pequeno texto sobre o Protocolo de Quioto, discutindo com eles a importância de documentos deste tipo e as razões que levam determinados países a não os ratificar.

“Protocolo de Quioto

O Protocolo de Quioto, realizado na cidade japonesa com o mesmo nome e elaborado pela Convenção das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas é um acordo internacional sobre o ambiente que visa a redução de pelo menos 5% das emissões de gases com efeito de estufa (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre outros), responsáveis pelo aquecimento global, com prazo previsto para o períodos de 2008 a 2012.

Adotado a 11 de dezembro de 1997, ficou estipulado que seriam necessárias assinaturas de pelo menos 55 países. Os países desenvolvidos teriam de encontrar alternativas menos poluentes e os países em desenvolvimento teriam de apresentar apenas relatórios anuais das emissões de gases. A assinatura do acordo foi aberta em março de 1998 e a Comunidade Europeia a primeira a assiná-lo. O acordo foi recusado pelos Estados Unidos da América, por ser um projeto dispendioso e não concordar com o tratamento desigual entre os diferentes países. Após a ratificação russa em 2004, o acordo entrou em vigor em 2005.”

Adaptado de Infopédia

2. Através de artigos como os que se seguem, discutir com os alunos a preocupação dos países desenvolvidos em reduzir a emissão de gases poluentes, mas também o papel que começam a ter os países com economias emergentes como, por exemplo, a China.

“Há melhorias na qualidade do ar dos últimos 15 anos

Redução dos níveis de dióxido de azoto em algumas regiões da Europa e EUA

Ciência Hoje 10.07.12

Mais de 15 anos de observações atmosféricas revelaram melhorias na qualidade do ar. Medições de satélite mostram que o dióxido de azoto na baixa atmosfera por cima de algumas partes da Europa e dos Estados Unidos decresceu ao longo da última década.

À medida que aumenta a população mundial, crescem as economias de muitos países e a população concentra-se nas cidades grandes. Com o recurso às energias fósseis ainda a aumentar, a poluição nas cidades grandes está também a aumentar.

“As alterações observadas a partir do espaço podem ser explicadas por dois efeitos: um aumento do uso dos combustíveis fósseis nas economias emergentes, levando ao aumento da poluição e à melhoria na tecnologia – como carros mais limpos – levando a uma diminuição na poluição,” explicou Andreas Richter, cientista do Institute of Environmental Physics da Universidade de Bremen, na Alemanha.

“Estas alterações nos níveis de poluição são surpreendentemente rápidas e os satélites são a única forma de as monitorizar a nível global. Daí que seja de extrema importância manter o funcionamento de satélites que possam monitorizar a poluição”. Nos Estados Unidos, verificou-se uma diminuição nos níveis de dióxido de azoto em áreas urbanas do estado da Califórnia.”

Adaptado de <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=54790&op=all>

“União Europeia reduziu emissões de gases com efeito de estufa em 2011

Ciência Hoje 25.10.12

As emissões de gases com efeito de estufa na União Europeia tiveram uma redução de 2,5% em 2011. A crise económica e um inverno com temperaturas moderadas serão os fatores que terão contribuído para o decréscimo.

Apesar disso, a nível global registou-se um acréscimo de 1,5%. No entanto, em 2010, as emissões haviam aumentado 2,4%.

A European Environment Agency (EEA) refere que a maior parte dos países da UE estão em vias de cumprir os compromissos do Protocolo de Quioto, que obriga a UE a reduzir as suas emissões em 20% (entre 1990 e 2020).”

Adaptado de <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=56009&op=all>

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Infopédia Porto: Porto Editora, 2003-2013. [http://www.infopedia.pt/\\$protocolo-de-quioto>](http://www.infopedia.pt/$protocolo-de-quioto>).
- <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=54790&op=all>
- <http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=56009&op=all>

3.2. Subtema 2- Regiões costeiras em risco

3.2.1. Transgressões e regressões

Quadro 1 – Temáticas das Ciências Naturais em que se insere

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Terra em Transformação	Sustentabilidade na Terra	A Geologia, os geólogos e os seus métodos	A História da Vida e da Terra A Terra ontem, hoje e amanhã

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

7º Ano	8º Ano	10º Ano	12º Ano
Ciências Naturais Geografia	Ciências Naturais Geografia	Biologia e Geologia	Geologia

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Questionamento;
- Saída de campo;
- Produção escrita;
- Análise e interpretação de gráficos;
- Análise e interpretação de textos/notícias e imagens;
- Atividade laboratorial (modelação análoga).

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar e articular saberes e conhecimentos para compreender uma situação ou problema;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de forma adequada e para estruturar pensamento próprio;
- Identificar situações problemáticas em termos de levantamento de questões;
- Realizar atividades de forma autónoma, responsável e criativa;
- Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns.

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do *saber ciência*;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do *saber fazer*;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir novos conceitos e conhecimento científico sobre as causas e consequências das transgressões e regressões marinhas;
- Conhecimento processual, ao interpretar gráficos, textos e imagens e ao realizar atividade laboratorial;
- Raciocínio, ao prever consequências para as regiões costeiras do aquecimento global;
- Comunicação oral, ao interagir oralmente com os colegas e professor e comunicação escrita, ao elaborar o relatório da saída de campo;
- Atitudes, ao despertar a curiosidade científica nos alunos e ao modo como se adaptam a novos estilos de aula, nomeadamente em laboratório e no exterior.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Despertar da curiosidade científica;
- Desenvolver capacidades de observação, de reflexão e de investigação;
- Analisar e interpretar gráficos;
- Analisar e interpretar textos e imagens;
- Elaborar corretamente um relatório de uma saída de campo;
- Compreender as razões da ocorrência de regressões e transgressões;
- Relacionar o processo acelerado de transgressão atual com as ações do Homem;
- Compreender a fragilidade das zonas costeiras.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação da questão-problema.

Introdução

1. A alternância de períodos glaciários e de períodos interglaciários tiveram como consequência indirecta a modificação das linhas de costa.
2. Durante os períodos glaciários (mais frios) uma quantidade significativa de água é transferida do domínio oceânico para as calotes polares, ocorrendo uma diminuição do nível médio das águas do mar. Este fenómeno faz emergir zonas anteriormente submersas e designa-se por regressão marinha.
3. Durante os períodos interglaciários (mais quentes) há uma quantidade significativa de água das calotes polares que é transferida para o domínio oceânico, fazendo elevar o nível médio das águas do mar. Este fenómeno leva à submersão de zonas anteriormente emersas e designa-se por transgressão marinha.
4. As transgressões e regressões marinhas são fenómenos que geram problemas em todas as regiões costeiras.

Questões-problema

Quais as causas das transgressões e regressões marinhas que ocorreram ao longo da história da Terra?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Transgressões e regressões marinhas no litoral português (e não só!) (ver Desenvolvimento)	Análise de textos e imagens, consulta de tabela cronoestratigráfica; leitura de mapas 1. Apresentar aos alunos textos e imagens do litoral português em situações de transgressão e/ou regressão. 2. Com a ajuda de uma tabela cronoestratigráfica (Anexo II), solicitar aos alunos que identifiquem e localizem na tabela períodos de transgressão e de regressão marinha. 3. Apresentar mapa com altimetria de uma região costeira e discutir com os alunos o que poderá acontecer em situação de transgressão. 4. Apresentar textos e imagens sobre previsões das alterações das regiões costeiras nos próximos anos, relacionadas com a transgressão que se vive atualmente, discutindo com os alunos as consequências que daí advêm.

Atividade II Onde podemos encontrar vestígios de transgressões e regressões marinhas? (ver Desenvolvimento)	Saída de campo; observação, <i>in loco</i>, de vestígios da variação do nível do mar; questionamento; produção escrita 1. Estruturar uma saída de campo, de modo a que os alunos, para além de outros aspetos, possam também verificar vestígios de fenómenos de regressão e/ou transgressão marinha. 2. Essa saída de campo deverá incluir um guião que os alunos terão de preencher ainda no local. 3. Posteriormente, os alunos, em pequenos grupos de 2 ou 3 elementos deverão redigir um pequeno relatório sobre essa saída de campo. NOTA: A saída de campo proposta é apenas exemplificativa, podendo ser escolhido qualquer outro local no litoral onde se possam observar os aspetos pretendidos.
Atividade III E agora? Em que fase estamos? (ver Desenvolvimento)	Interpretação de gráficos e imagens; questionamento; análise de textos 1. Apresentar gráficos que permitam observar a variação do nível do mar nos últimos anos e fazer, oralmente, em sala de aula, a sua interpretação. 2. Questionar os alunos sobre as causas, diretas e indirectas, desse facto. 3. Apresentar imagens que mostrem a redução significativa das calotes polares nos últimos anos, relacionando-as com a subida no nível do mar. 4. Apresentar notícias que relacionem o aquecimento global com a subida do nível do mar nos últimos anos.
Atividade IV Quais as consequências de uma transgressão marinha? (ver Desenvolvimento)	Atividade laboratorial (modelação análoga); questionamento 1. Realizar uma atividade de laboratório em que os alunos irão construir uma maquete de uma região costeira sujeita a um fenómeno de transgressão marinha. 2. Colocar aos alunos a seguinte questão final: Que consequências terá uma transgressão marinha quer para as regiões costeiras quer para a alteração da biodiversidade?

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica	Inquérito	Questionamento
Formativa	Observação direta	Grelhas de observação
	Análise de documentos	Listas de verificação
		Relatório
		Trabalho de projeto

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade I

Transgressões e regressões marinhas no litoral português (e não só!)

1. Apresentar aos alunos o seguinte texto e respetivas imagens:

“No intervalo de tempo correspondente ao Pliocénico (5 a 1,8M.a.), em contexto climático mais quente e húmido, de feição tropical, a parte emersa da Bacia Lusitânica foi sede de sedimentação essencialmente continental. Contudo, o mar invadiu a bacia, alcançando cotas mais elevadas do que a atual, deslocando a linha de costa até à Serra dos Candeeiros (Fig.1).

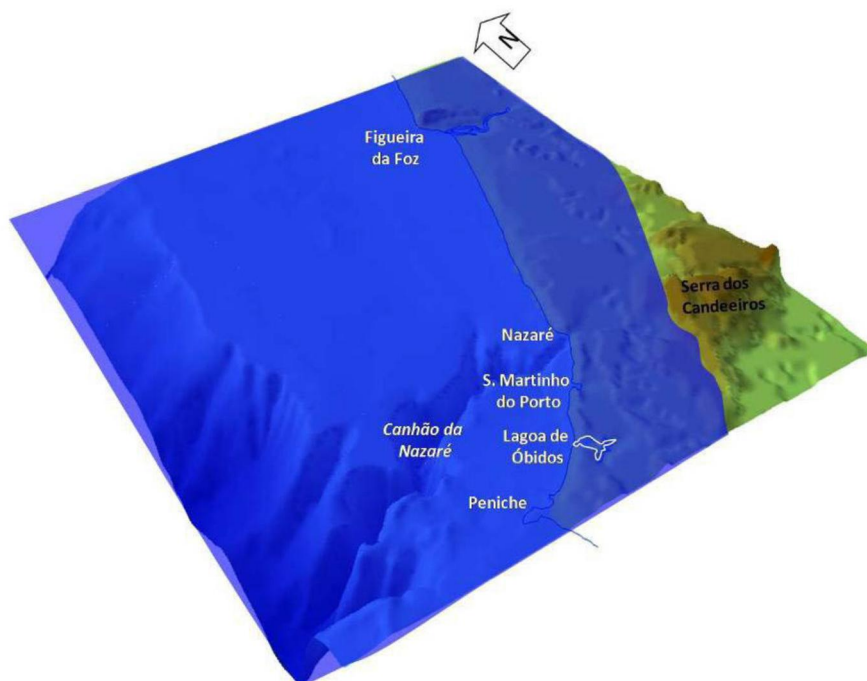


Fig.1 - Reconstituição esquemática da inundação marinha ocorrida no Pliocénico

Em contraste, o nível médio do mar no Plistocénico oscilou com amplitude apreciável em resultado de variações climáticas globais que determinaram diversas épocas glaciais e interglaciais. A glaciação mais recente (a glaciação de Würm) atingiu o seu máximo há cerca de 18 000 anos, estimando-se que a temperatura média global fosse cerca de 11°C (4°C inferior à do início do séc. XX). O nível médio do mar desceu para a cota próxima da do bordo da atual plataforma continental portuguesa (cerca de 120 metros abaixo da cota atual) e a linha de costa situava-se substancialmente mais para oeste (Fig.2).

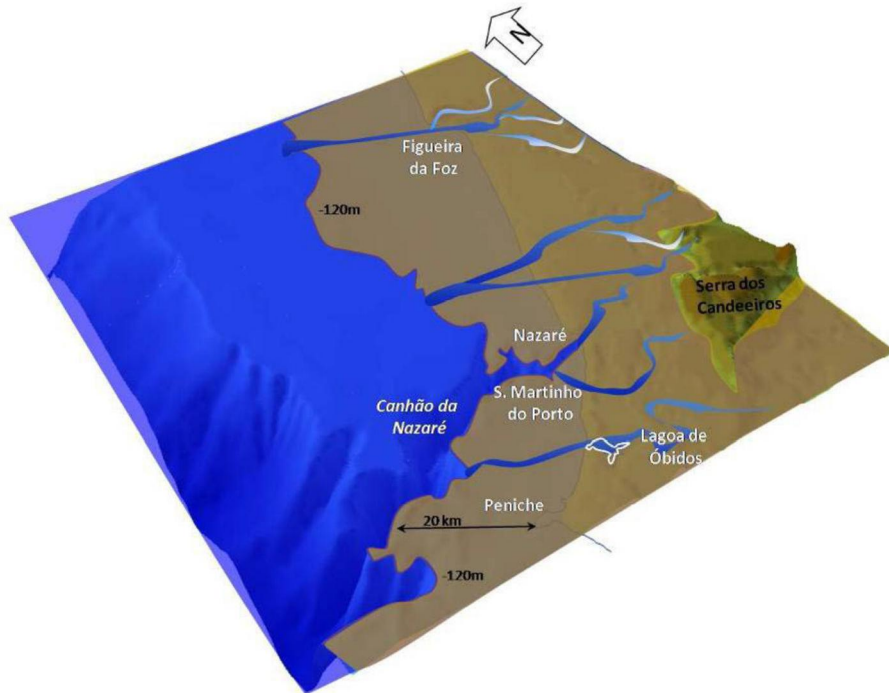


Fig.2 - Reconstituição esquemática do litoral entre Peniche e Nazaré há 18 000 anos, durante o baixo nível do mar no máximo da glaciação Würm

O rebaixamento do nível médio do nível do mar originou uma reorganização da rede de drenagem que (re-)escavou vales bastante profundos e encaixados.

A fase final do Plistocénico caracteriza-se por uma subida da temperatura e concomitante elevação do nível médio do mar. O aumento do volume dos oceanos conduziu a uma progressiva retrogradação da linha de costa que ainda se situaria para ocidente da atual. No entanto, devido ao seu profundo entalhe, a frente de inundação marinha avançou preferencialmente para o interior do continente nos vales previamente escavados, que se transformaram em braços de mar.

A tendência transgressiva do final do Plistocénico foi perturbada por um episódio frio que marcou a transição para o Holocénico, seguido de um melhoramento climático que favoreceu o retorno de um regime transgressivo. Há cerca de 5 000 anos o nível do mar terá alcançado cota muito próxima da atual, correspondendo ao máximo de transgressão holocénica, o que permitiu o desenvolvimento no litoral de ambientes de ria/estuário aberto (Fig.3).

A estabilização do nível do mar próximo da cota atual permitiu a diferenciação e desenvolvimento de barreiras arenosas que isolaram os ambientes de ria/estuário aberto e os transformaram em lagoas (Fig.4).

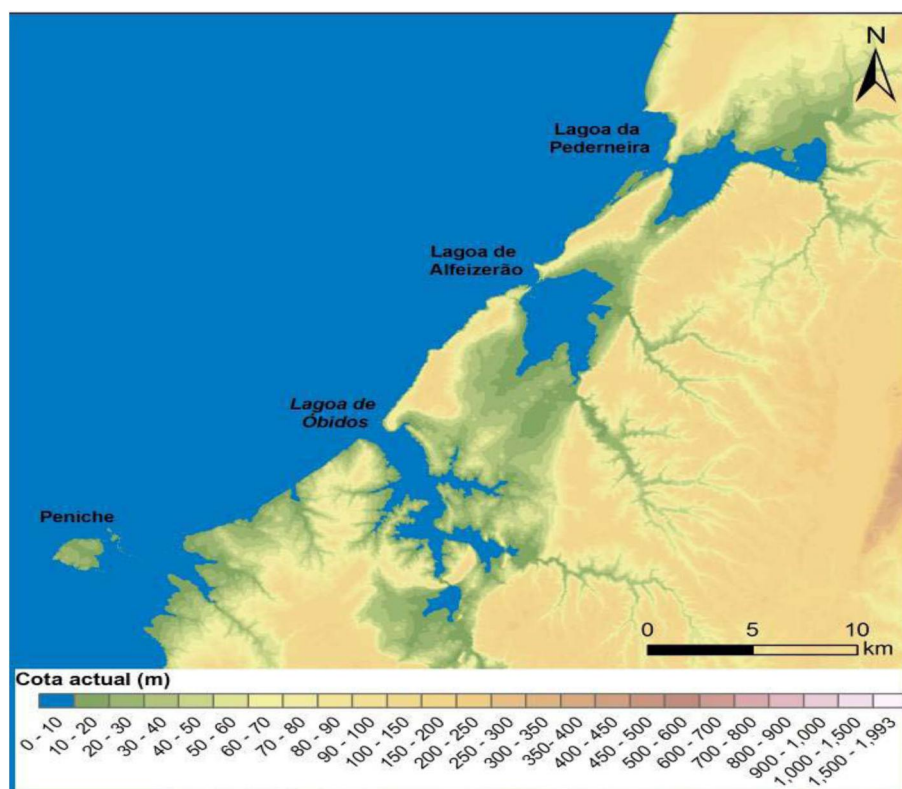


Fig.3 - Modelo esquemático do litoral entre Peniche e Nazaré há 5 000 anos

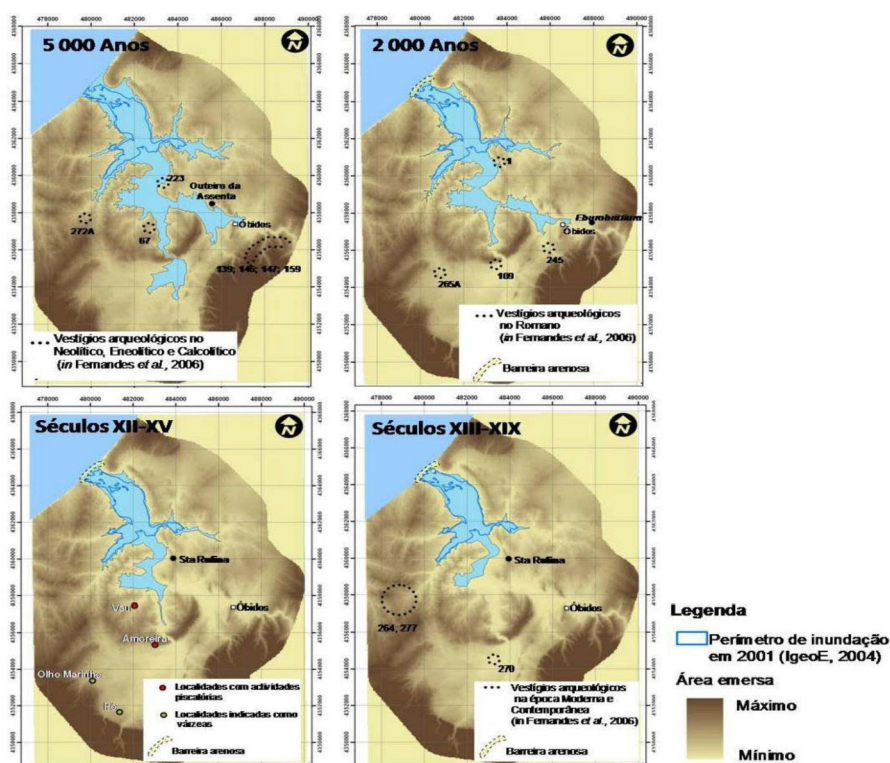


Fig. 4 - Modelo evolutivo da Lagoa de Óbidos desde o Último Máximo Transgressivo, onde se mostra como o crescimento de uma barreira arenosa foi responsável pelo isolamento desta área costeira, transformando-a numa laguna.

Adaptado de Freitas *et al*

2. Projetar ou entregar aos alunos uma Tabela Cronoestratigráfica (Anexo II).
3. Solicitar aos alunos que, a partir do texto apresentado, identifiquem e localizem na Tabela Cronoestratigráfica períodos de transgressão e de regressão marinha.
4. Apresentar aos alunos o seguinte texto e respetivas imagens:

“A actual várzea da Nazaré é o conteúdo remanescente da paleolaguna da Pederneira (Fig.5). Desenvolve-se em sedimentos aluviais detríticos recentes e ocupa 22 km², formando uma superfície relativamente plana a cotas inferiores a 10 m (NMM) e decrescentes para poente (Fig.6).

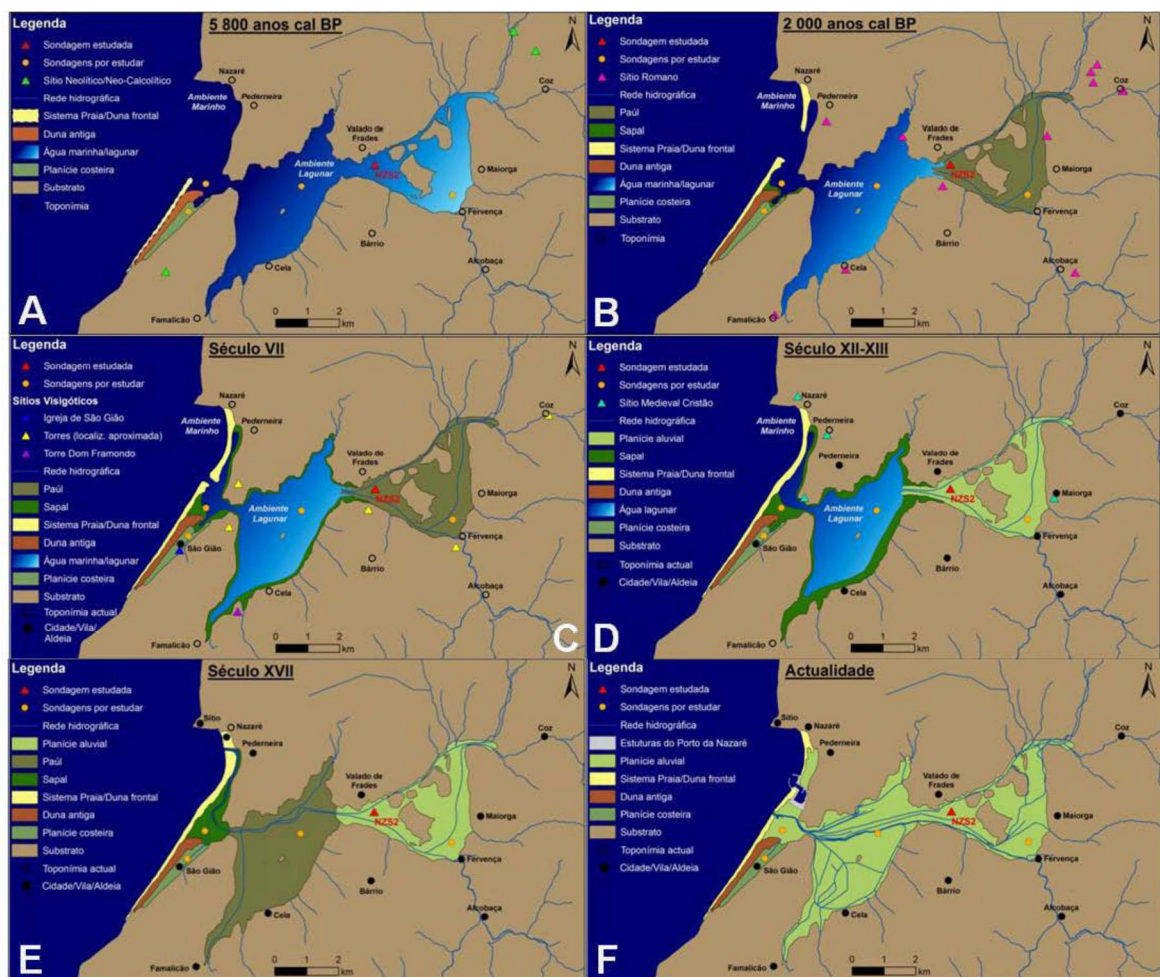


Fig.5 – Modelo evolutivo da Lagoa da Pederneira desde o Último Máximo Transgressivo

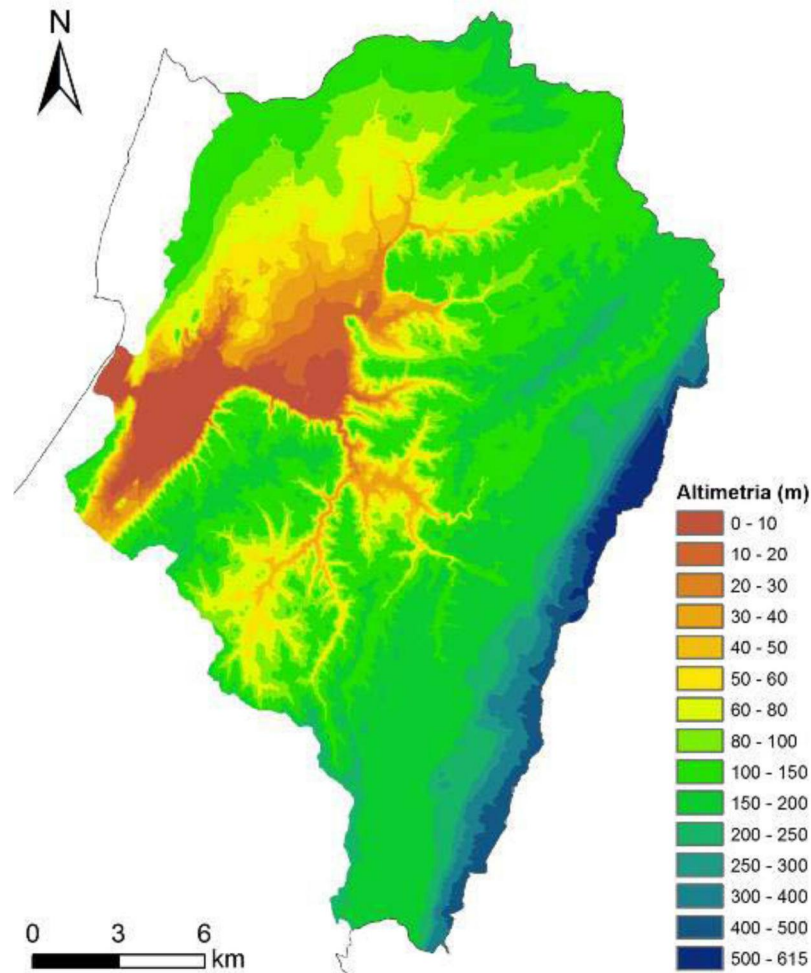


Fig.6 – Carta hipsométrica da várzea da Nazaré, sendo perceptível o contorno da paleolaguna da Pederneira

4.1. Atendendo ao que já existiu na região e à sua altimetria questionar os alunos sobre o que será previsível que ocorra na várzea da Nazaré nos próximos anos, se se mantiver o fenómeno de transgressão que atualmente se verifica.

5. Apresentar aos alunos o seguinte texto e imagem:

“Estudo da OMM alerta para derretimento acelerado dos polos

Um estudo feito pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) alerta que o degelo nos pólos está a ocorrer de um modo cada vez mais rápido e generalizado.

Durante dois anos, mais de mil cientistas de 60 países, estudaram as regiões polares e a sua transformação, devido ao aumento das temperaturas no planeta. A conclusão é que o aquecimento dos pólos é muito maior do que se imaginava e a consequência será a elevação do nível dos oceanos em níveis sem previsão.

São grandes as preocupações, entre elas a perda de gelo na Gronelândia. Além disso, o derretimento do gelo polar poderá libertar gases que estão presos e intensificar ainda mais as mudanças do clima.

Para Colin Summerhayes, diretor executivo do Comité Científico de Pesquisas sobre a Antártida, a taxa de perda do gelo na região é mais alta do que o previsto pelo IPCC, Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas.

‘Se a cobertura de gelo da Antártida derreter por completo, os níveis dos mares poderão aumentar até 1.5 metros’, disse Summerhayes. Mais de 200 milhões de pessoas que vivem em regiões costeiras poderão sofrer com o aumento do nível das águas.”



Fig.7 – Previsão das áreas da Europa que serão fortemente atingidas com a subida de 1 metro do nível do mar nos próximos 100 anos

Adaptado de
http://www.apolo11.com/mudancas_climaticas.php?titulo=Estudo_da_OMM_alerta_para_derretimento_acelerado_dos_polos&posic=dat_20090225-185959.inc

“Com um aumento do nível do mar de apenas 5 metros os problemas começariam e ser sérios em todo o planeta. Nos Países Baixos, que não se chamam assim por coincidência, o seu território seria invadido pelo mar de forma imediata. Uma grande parte do seu território encontra-se abaixo do nível do mar, protegido por uma gigantesca infra-estrutura de diques, dunas e represas que impede que o Mar do Norte invada as terras conquistadas ao mar. Se o nível do mar subisse 5 metros e galgasse as barreiras de contenção, quase metade do território deste país ficaria submerso (Fig.7).”



Fig.8 – Território holandês, com submersão de vastas áreas, se o nível do mar subir 5 metros

Adaptado de <http://fronterasblog.wordpress.com/2013/02/20/el-mundo-bajo-las-aguas/>

6. Questionar os alunos sobre as consequências que o fenómeno transgressivo que se verifica atualmente poderá trazer para os ecossistemas das regiões costeiras, assim como para a população humana que nela habita.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Freitas *et al.* (2010). O Litoral entre Peniche e a Nazaré-Guia de Excursão. Coastal Hope
- http://www.apolo11.com/mudancas_climaticas.php?titulo=Estudo_da_OMM_alerta_para_derretimento_acelerado_dos_polos&posic=dat_20090225-185959.inc
- <http://fronterasblog.wordpress.com/2013/02/20/el-mundo-bajo-las-aguas/>

Figuras retiradas de:

Figs. 1 a 6 - Freitas *et al.* (2010). O Litoral entre Peniche e a Nazaré-Guia de Excursão. Coastal Hope

Fig. 7 - http://www.apolo11.com/mudancas_climaticas.php?titulo=Estudo_da_OMM_alerta_para_derretimento_acelerado_dos_polos&posic=dat_20090225-185959.inc

Fig.8 - <http://fronterasblog.wordpress.com/2013/02/20/el-mundo-bajo-las-aguas/>

Atividade II

Onde podemos encontrar vestígios de transgressões e regressões marinhas?

Guião de saída de campo Praia da Crismina/Guincho/Cascais

Objectivos específicos:

- Observar a inclinação e orientação dos estratos;
- Observar e identificar diferentes tipos de rochas sedimentares detríticas e carbonatadas;
- Observar a estratificação entrecruzada;
- Observar os efeitos da erosão diferencial sobre distintos tipos de rochas;
- Identificar a presença de fósseis de fácies (orbitolinas);
- Constatar os efeitos da regressão marinha.

Competências envolvidas:

- Interacção cooperativa de grupo
- Utilização de linguagem científica
- Atitude reflexiva, investigativa, interrogativa e crítica
- Empenho nas tarefas propostas

Material:

Material de orientação

- Bússola
- Cartas geológicas
- Mapas
- Tabela cronoestratigráfica

Material de observação e registo

- Caderno de capa dura
- Caneta, lápis e borracha
- Ácido clorídrico (10%)
- Lupa
- Íman

Material para recolha

- Martelo

- Canivete
- Sacos de plástico
- Etiquetas

Actividades

1. Observa, identifica e caracteriza a paisagem que te rodeia. Fotografa.
2. Observa atentamente a disposição dos estratos neste local. Regista a sua inclinação e orientação.
3. Identifica diferentes tipos de rochas sedimentares detríticas.
4. Observa, fotografa e descreve a disposição dos estratos.
5. Identificas alguma excepção ao Princípio da Horizontalidade dos Estratos? Fotografa. Avança uma explicação para esse facto.
6. Recorda o que estudaste sobre a erosão das rochas. Explica porque se observam algumas camadas sedimentares mais recuadas do que outras.
7. Verificámos a presença de calcários com fósseis de orbitolinas, seres vivos que viveram em mares de pequena profundidade em condições ambientais muito específicas, não tolerando grandes variações nos parâmetros de condições ambientais. Como se designa este tipo de fósseis, como as orbitolinas, que caracterizam um determinado ambiente?
8. Atendendo à presença de orbitolinas em locais emersos, o que podes concluir quanto à alteração relativa do nível médio da água do mar?
9. Observa e fotografa o filão máfico. Refere a razão do calcário encaixante do filão apresentar cor mais escura.
10. Qual o factor de metamorfismo responsável pela alteração de cor do calcário encaixante?
11. Qual o princípio da estratigrafia evidenciado pela posição do filão relativamente às rochas encaixantes?



Fig.1 – Estratificação da praia da Crismina



Fig.2 – Estratificação entrecruzada



Fig.3 – Estratificação entrecruzada



Fig.4 – Fósseis de *Orbitulina* sp.

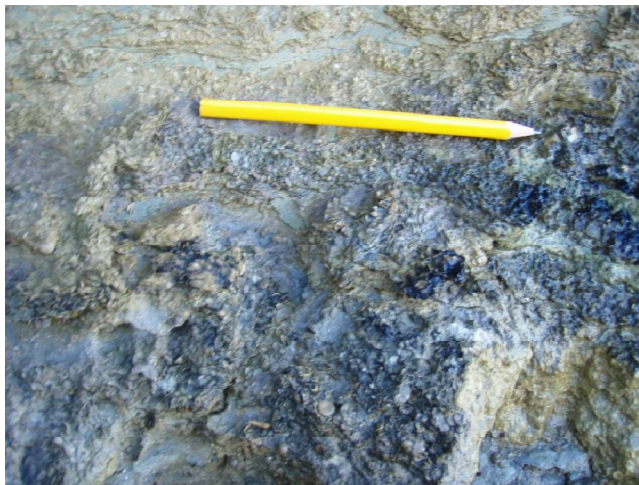


Fig.5 – Fósseis de *Orbitulina* sp.



Fig.6 – Filão magmático máfico

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Aulas de Didática da Geologia Experimental do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia para o 3º Ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário

Figuras retiradas de:

Figs. 1 a 6 – Fotos da autoria de Carolina Machado (2011)

Atividade III

E agora? Em que fase estamos?

1. Projetar o seguinte gráfico.

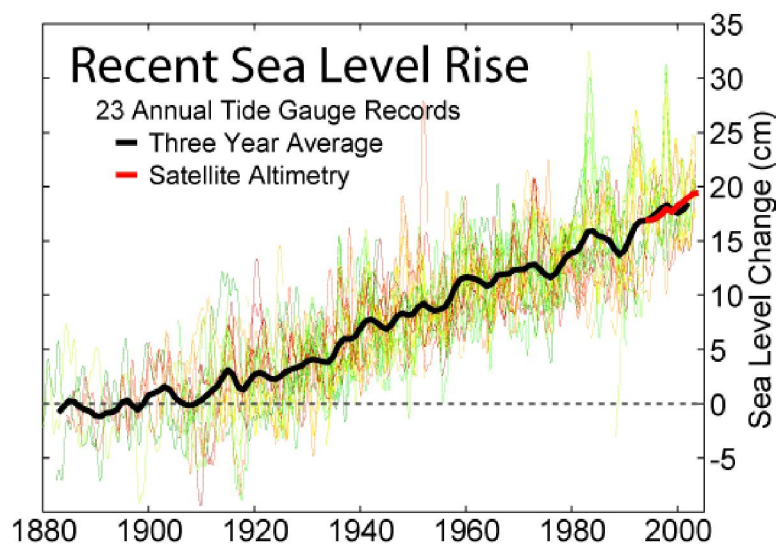


Fig.1 – Alteração no nível do mar

2. Fazer oralmente, em sala de aula, a interpretação do gráfico levando os alunos a concluir que a subida do nível do mar que se tem verificado nos últimos anos é indicadora de uma transgressão.
3. Questionar os alunos sobre as causas, diretas e indirectas, da transgressão marinha que se verifica atualmente.
4. Projetar as imagens e o gráfico que se seguem.

McCarty Glacier - Alaska

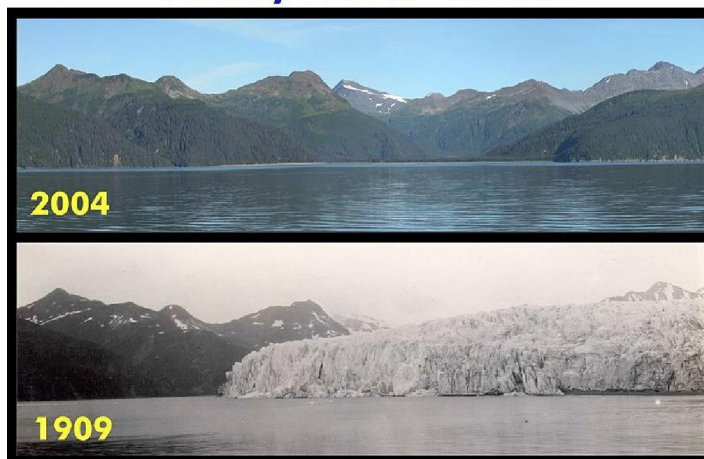


Fig.2 – Redução do glaciar McCarty no Alasca



Fig.3 – Formação de lagos glaciares nos pontos terminais de glaciares em recuo no Butão

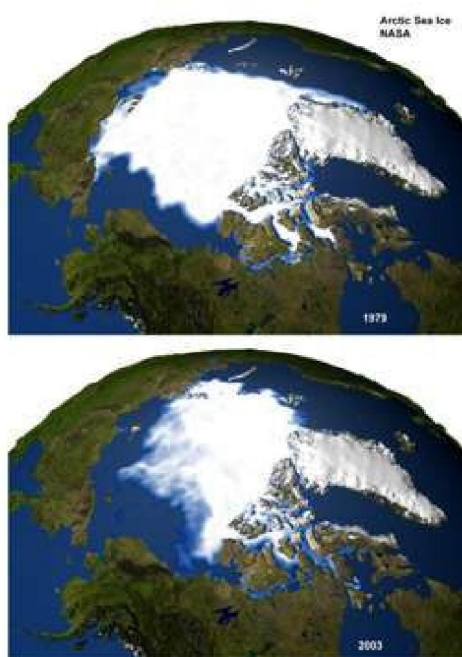


Fig.4 – Extensão do gelo ártico em 1979 e 2003

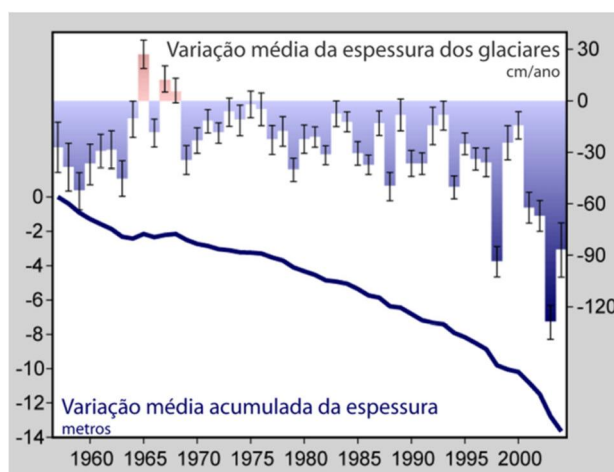


Fig.5 – Balanço de massa dos glaciares a nível global, nos últimos anos

5. Analisar e interpretar, com os alunos, as imagens e o gráfico apresentado. Sugerem-se as seguintes questões:
- a) De que modo podemos relacionar o recuo dos glaciares com o aumento do nível médio dos oceanos?
 - b) Quais as causas para o recuo dos glaciares?
6. Apresentar aos alunos o seguinte texto/artigo.

“Elevação do nível do mar é um dos principais impactos do aquecimento global

Greenpeace 03.04.07

Realizou-se, em 2007, em Bruxelas, a Oitava Sessão Plenária do Grupo de Trabalho II do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC). No seu relatório, o IPCC utilizou a expressão ‘inequívoca’ para definir, com 90% de certeza, a participação efectiva da ação humana no fenómeno da mudança do clima. No mesmo relatório, alertou também que o nível do mar poderá subir entre 18 e 59 centímetros até ao final do século, o que tornaria as populações costeiras mais vulneráveis a enchentes e tempestades. De acordo com o estudo publicado no site ‘Scienceexpress’, existe uma relação direta entre a elevação do nível do mar e o aumento médio global da temperatura que terá sido no século XX de 3,4mm/ano/°C. Quando aplicado o mesmo cenário em termos futuros, irá resultar num aumento do nível do mar para 2100 entre 0,5 e 1,4 metros acima do verificado em 1990.”

Adaptado de <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Ainda-ha-tempo-aquecimento/impactos-do-aquecimento-global/>

7. Discutir com os alunos quais as causas e quais as possíveis consequências da subida do nível dos oceanos e em que medida o Homem pode ser corresponsável por esse facto.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- <http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/Ainda-ha-tempo-aquecimento/impactos-do-aquecimento-global/>

Figuras retiradas de:

Fig.1 - http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Recent_Sea_Level_Rise.png

Fig.2 – http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:McCarty_Glacier.jpg

Fig.3 http://pt.wikipedia.org/wiki/Recuo_dos_glaciares_desde_1850

Fig.4 - <http://www.mistralis.com/exp/pn.html>

Fig.5 - http://pt.wikipedia.org/wiki/Recuo_dos_glaciares_desde_1850

Atividade IV

Quais as consequências de uma transgressão marinha?

Atividade laboratorial/Modelo análogo

Alterações climáticas

Objetivos específicos:

- Construir uma maquete representativa de uma zona costeira;
- Demonstrar as consequências do degelo e da subida do nível da água dos oceanos;
- Determinação da área de costa perdida em consequência da subida do nível da água dos oceanos, através de papel milimétrico.

Competências envolvidas:

- Capacidade de observação;
- Capacidade de executar experiências;
- Capacidade de interpretação dos resultados obtidos;
- Capacidade de avaliar os resultados obtidos;
- Capacidade de relacionar dados experimentais com a realidade;
- Capacidade de trabalhar em grupo;
- Capacidade de utilizar uma linguagem científica.

Material:

- Placas de esferovite;
- X-ato;
- “Ferro” de soldar (para pirogravura);
- Pasta de moldar;
- Alfinetes;
- Tintas;
- Pincéis;
- Corante azul;
- Água;
- 4 a 6 cubos de gelo;
- Secador de cabelo;
- Caixa acrílica (com cerca de 30 cm de aresta);
- Marcador e régua.

Procedimento – Construção de um modelo análogo representativo de uma zona costeira

- A. Com um X-ato molde a esferovite com a forma de uma plataforma costeira, como mostra a Fig.1.



Fig. 1

- B. Com o ferro eléctrico, forme na esferovite: a plataforma marítima; um estuário; vales fluviais e uma montanha (Fig.2).
- C. Utilize os pincéis e a tinta e pinte o modelo da zona costeira que construiu com as cores correspondentes e deixe secar (Fig.2).

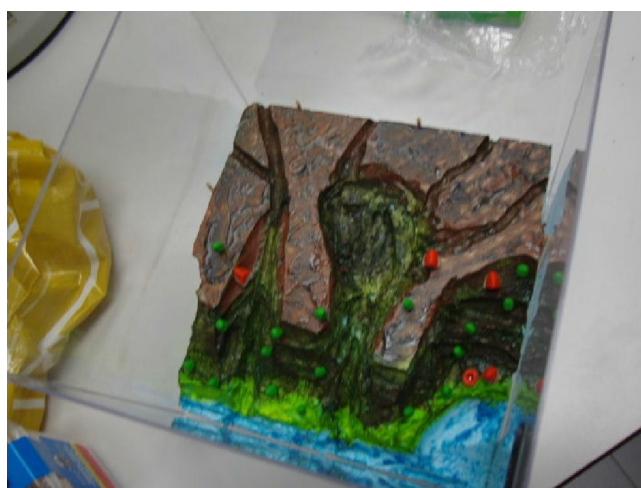


Fig.2

- D. Com a pasta de moldar construa casas, árvores, animais, etc, que pode encontrar junto da zona costeira, respeitando as suas dimensões relativas. Coloque-lhes um alfinete. Com a ajuda do professor leve ao forno a cozer, durante cerca de 30 min. a 120° C. Coloque-as na sua estrutura como mostra na Fig.3.

Procedimento – Simulação de uma transgressão marinha

- E. Coloque a maquete na caixa acrílica (feita com antecedência) e junto às suas paredes coloque uma régua na vertical.



Fig.3

- F. Misture água com o corante azul, verta para dentro da caixa até obter o nível normal da água do mar. Assinale com o marcador na caixa acrílica o nível da água. Registe o valor em centímetros e desenhe a linha correspondente ao nível da água do mar.
- G. Coloque os cubos de gelo na zona de montanha e com um secador de cabelo (para obter um efeito mais imediato) provoque a fusão do gelo. Assinale, novamente, na caixa com o marcador o nível atingido da água do mar. Registe o valor em centímetros e desenhe a linha correspondente ao novo nível atingido pela água, como na Fig.4.

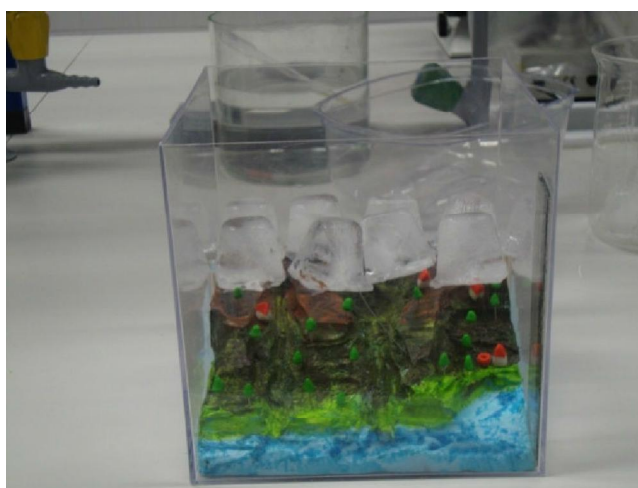


Fig.4

Resultados:

Registe os valores obtidos nos procedimentos F e G.

Discussão:

1. Que fenómeno se pretendeu simular com a realização desta experiência?
2. Que “alterações climáticas” se verificaram na nossa experiência?
3. Quais as consequências dessas “alterações climáticas”?
4. Após a fusão do gelo, explique o que aconteceu à baía estuarina e ao vale fluvial.
5. Com base nas linhas que desenhou (procedimento F e G) dos níveis do mar obtidos e utilizando papel milimétrico, calcule a área (km^2) que corresponde à extensão da linha de costa perdida neste evento (considere que cada quadrícula corresponde a 1km^2).
6. Indique os locais da Terra onde existem glaciares.
7. Quais os locais que serão mais afectados pelo aumento do nível do mar?
8. Refira as causas das mudanças climáticas globais.
9. Indique as consequências do aquecimento global da Terra.
10. Que consequências terá uma transgressão marinha para as regiões costeiras e para a biodiversidade?

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Aulas de Didática da Geologia I e II do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia para o 3ºCiclo do Ensino Básico e Ensino Secundário

3.2.2. Ocupação antrópica do litoral

Quadro 1 – Temáticas das Ciências Naturais em que se insere

8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Sustentabilidade na Terra	A Terra, um planeta muito especial	A Geologia, problemas e materiais do quotidiano	A Terra ontem, hoje e amanhã

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Ciências Naturais Geografia	Biologia e Geologia	Biologia e Geologia	Geologia

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Questionamento;
- Análise e interpretação de artigos científicos, textos e notícias de jornal;
- Análise e interpretação de imagens.

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas, manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar e articular saberes e conhecimentos para compreender uma situação problema;
- Traduzir ideias e informações expressas numa linguagem para outra linguagem;
- Valorizar as diferentes formas de linguagem;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de formas adequadas e para estruturar pensamento próprio;
- Identificar situações problemáticas em termos de levantamento de questões.

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do *saber ciência*;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do *saber fazer*;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir conhecimento científico sobre a ação das alterações climáticas na morfologia e dinâmica das regiões costeiras;
- Conhecimento processual, ao interpretar textos e imagens;
- Raciocínio, ao prever as consequências que as alterações climáticas terão sobre as regiões costeiras, com base em evidências conhecidas;
- Comunicação, ao expressar as suas ideias em sala de aula;
- Atitudes, ao despertar a curiosidade científica nos alunos.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Contribuir para o despertar da curiosidade científica nos alunos;
- Analisar e interpretar textos e imagens;
- Compreender a fragilidade das zonas costeiras;
- Relacionar a subida do nível médio do mar com a alteração da morfologia e dinâmica das regiões costeiras;
- Compreender os efeitos das atividades antropogénicas sobre as regiões costeiras;
- Compreender que a evolução das regiões costeiras está dependente do equilíbrio entre erosão e sedimentação;
- Sugerir ações para reduzir a erosão e aumentar a sedimentação.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação da questão-problema.

Introdução

1. As zonas litorais caracterizam-se por uma intensa atividade geológica, causada pela ação do mar, sendo a sua dinâmica condicionada por fenómenos naturais mas também antrópicos.
2. As zonas litorais constituem um importante recurso natural, tanto como espaço de lazer como fonte geradora de riqueza, e nelas se fixa cerca de 80% da população mundial.
3. A zona de contacto entre o espaço terrestre e o espaço marítimo, que constitui um bem único e frágil, tem sido progressivamente ocupado pelas populações humanas de uma forma desordenada, provocando alterações nos processos de erosão e deposição de materiais.

4. Para minimizar estes efeitos é necessário que seja feito um ordenamento do território adequado.

Questões-problema

Quais as ações do Homem que podem pôr em risco as zonas costeiras?

O que pode e deve ser feito para minimizar essas ações?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Qual a ação das alterações climáticas sobre o litoral? (ver Desenvolvimento)	Análise de textos e imagens 1. Analisar textos e imagens que permitam aos alunos inferir quais as consequências para as regiões costeiras da subida do nível do mar.
Atividade II Que outras ações põem em risco as regiões costeiras? (ver Desenvolvimento)	Questionamento; análise de textos e imagens 1. Através da análise de um pequeno excerto de um artigo, levar os alunos a compreender que existem causas naturais que colocam em risco as regiões costeiras mas que as atividades antrópicas têm um papel preponderante nesse fenómeno. 2. Analisar notícias, que sirvam de ponto de partida para a compreensão da importância das dunas na proteção das regiões litorais. 3. Utilizando imagens, discutir com os alunos a falta de civismo das populações, que as pode colocar em perigo. 4. Analisando imagens, discutir com os alunos as consequências de uma ocupação desordenada do litoral e a importância de se cumprir o Plano de Ordenamento do Território.
Atividade III O que pode ser feito para minimizar os efeitos do avanço do mar?	Questionamento; pesquisa e comunicação oral 1. Solicitar aos alunos que pesquisem notícias ou imagens ilustrativas de possíveis soluções para minimizar os efeitos da erosão costeira 2. Os alunos devem apresentar em sala de aula o resultado da sua pesquisa.

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica	Inquérito	Questionamento
Formativa	Observação	Grelhas de observação
	Análise de documentos	Pesquisas
		Apresentações

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade I

Qual a ação das alterações climáticas sobre o litoral?

1. Apresentar aos alunos uma notícia de jornal como a que se segue:

“Erosão é pior em Vagueira

Correio da Manhã 02.05.13

O litoral da Vagueira, em Aveiro, é a zona que regista maior recuo da linha da costa, mas é na Costa da Caparica, em Almada, que a população considera o risco de erosão mais grave.

Um estudo do Instituto de Ciências Sociais e da Faculdade de Ciências, iniciado em 2010 e que se encontra em fase de conclusão, refere que Portugal é um dos países europeus mais afetados pela erosão costeira, apesar de 80% da população viver na costa e de 85% da riqueza produzida no país ter origem junto ao mar.

‘No século passado, a subida do nível médio do mar foi de cerca de 15 centímetros, o que corresponde a 1,5 milímetros por ano. Atualmente, o nível médio do mar está a subir mais de 3 milímetros por ano e, até ao fim do século, irá ser superior a meio metro’, alertou Filipe Duarte Santos, especialista em alterações climáticas”.

Adaptado de Correio da Manhã, de 2/5/2013

2. Visualizar um filme sobre o mesmo tema, retirado do sítio da RTP **“Ondas de 6 a 9 metros voltaram a destruir as dunas na zona da Vagueira”** de 3 de novembro de 2011.
3. Apresentar aos alunos o seguinte texto:

“As alterações climáticas que se produzirão até ao final do séc. XXI terão como principais consequências sobre o litoral a modificação do regime de agitação marítima (acelerando a erosão) e a elevação do nível médio do mar.

Os impactos mais relevantes da subida do nível médio do mar são a intensificação do processo erosivo, o aumento das cotas de inundação e, consequentemente, de áreas inundadas e o aumento da influência marinha em bacias de maré costeiras (estuários e lagunas).

Estes impactos afetarão diferentes pontos do litoral, bem como as atividades e valores ambientais, económicos e sociais que lhes estão associados.

Os agentes modeladores atuarão sobre um litoral que já revela na sua generalidade sintomas de depauperação sedimentar e se encontra vulnerável em troços de dimensão significativa.

A erosão tem afetado extensões consideráveis do litoral continental, sendo frequentemente reportadas taxas de recuo da ordem de 1 metro por ano.

Adaptado de Andrade *et al*, 2006

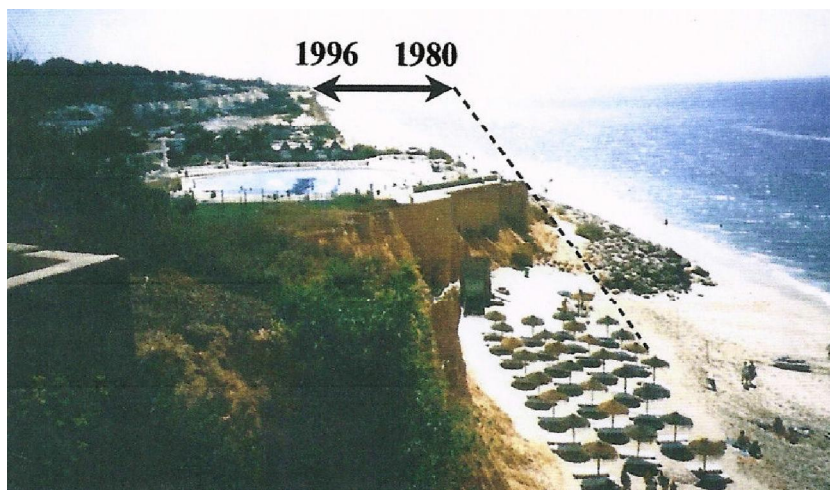


Fig.1 - Recuo da arriba em Vale do Lobo (Algarve), ao longo de 16 anos

4. Analisar e discutir com os alunos os aspetos evidenciados na notícia e no texto. Sugerem-se os seguintes tópicos de discussão:
 - a) O modo como as alterações climáticas afetam as regiões costeiras;
 - b) Os impactos que poderá ter a alteração da linha de costa.
5. Relativamente à figura apresentada, questionar os alunos sobre quais poderão ser as causas do recuo da arriba evidenciado e que consequências poderá trazer a fragilidade da arriba.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Andrade, C., Pires, H.O., Silva, P., Taborda, R. e Freitas, M.C. (2006). Zonas Costeiras. In F.D. Santos e P. Miranda. *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projeto SIAM II*. (pp.169-208). Lisboa: Gradiva.
- Jornal Correio da Manhã, de 2/5/2013
- Vídeo retirado de:
<http://www.rtp.pt/noticias/index.php?article=495496&tm=8&layout=122&visual=61>

Figura retirada de:

Fig.1 - Andrade, C. e Freitas, M.C. (2002). Coastal Zones. In F.D. Santos, K.Forbes e R. Moita. *Climate changes in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures-SIAM Project*. (pp. 173-220). Lisboa: Gradiva.

Atividade II

Que outras ações põem em risco as regiões costeiras?

1. Apresentar aos alunos o seguinte texto:

“Durante o séc. XX ocorreram dois fenómenos basicamente incompatíveis: a ocupação intensiva da zona costeira e a forte redução do fornecimento sedimentar ao litoral, indutora de intensa erosão costeira.

São múltiplos os fatores indutores de erosão costeira. Embora alguns sejam naturais, a maior parte é consequência direta ou indirecta de atividades antropogénicas.”

Adaptado de Dias, 2005

- 1.1. Questionar os alunos sobre quais serão os fatores indutores da erosão costeira, levando-os a referir como natural, a elevação do nível médio do mar e como antropogénicos, a ocupação excessiva da zona costeira com destruição de estruturas naturais, como as dunas, assim como a diminuição da quantidade de sedimentos que chegam (e permanecem) ao litoral devido à sua retenção pelas barragens e à sua retirada para a construção civil.

2. Apresentar aos alunos as seguintes notícias:

“Quercus denuncia destruição de dunas em Grândola

Setúbal na Rede 31.01.12

A duna primária da praia do Pego, em Grândola, corre o risco de desaparecer, denunciam os ambientalistas da Quercus. Em causa está a terraplanagem do local, integrado na Rede Natura 2000, para a construção de um restaurante assente em estacaria.

Os ambientalistas do litoral alentejano acusam o Governo de ‘incoerência’ ao permitir ‘a destruição’ da duna primária da praia do Pego, na freguesia do Carvalhal, depois de ‘terem sido investidos milhares de contos na sua recuperação’. Um processo que ‘tinha levado à destruição de barracas, de vários apoios de praia e à limpeza de toda a área envolvente’.

A zona em causa está integrada na Rede Natura 2000 e está ao abrigo do Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), um instrumento destinado ao ordenamento e requalificação daquelas áreas ambientalmente sensíveis.”

Adaptado de <http://www.setubalnarede.pt/content/index.php?action=articlesDetailFo&rec=3350>

“Verdes pedem esclarecimentos ao Governo sobre eventual destruição de dunas em Tróia

MSN Notícias 07.10.12

O grupo parlamentar de Os Verdes pediu esclarecimentos ao Governo sobre a eventual destruição de dunas em Tróia para a criação de um novo acesso à praia.

Os Verdes revelam a pretensão de algumas entidades em ‘tornar a zona urbanizada da Soltróia num condomínio de acesso e uso privado’.

‘A concretizar-se esta privatização do espaço público, os cidadãos ficam sem acesso à praia atlântica. A solução para este problema prevê a criação de um novo acesso para veículos e pessoas, pela zona de dunas, zona protegida’ destacam Os Verdes.

Os Verdes salientam que, ‘se esta pretensão se tornar realidade’, representa ‘um atentado a um ecossistema complexo e sensível, que é o cordão de dunas primárias, que alberga uma fauna e uma flora que tem que ser preservada’.

Adaptado de <http://noticias.pt.msn.com/verdes-pedem-esclarecimentos-ao-governo-sobre-eventual-destrui%C3%A7%C3%A3o-de-dunas-em-tr%C3%B3ia>

2.1. As duas notícias dão conta da preocupação relativamente à destruição das dunas.

Discutir com os alunos os aspetos seguintes:

- a) Importância das dunas, que justifique esta preocupação;
- b) Ações que põem em risco as dunas;
- c) Motivações para essas ações;
- d) Consequências da destruição das dunas.

3. Apresentar aos alunos as imagens seguintes.



Fig.1 – Painele de advertência

4. Apresentar as seguintes imagens:



Fig.4 – Pressão urbanística sobre o litoral



Fig.5 – Desrespeito pelo Plano de Ordenamento do Território



Fig.6 – Obras pesadas de engenharia no litoral



Fig.7 – Povoações costeiras em risco (Aveiro)



Fig.8 – O mar invade as ruas de Aveiro

4.1. A partir da análise das imagens apresentadas, os alunos devem referir consequências de uma ocupação desordenada do litoral.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Dias, J.M.A. (2005). Evolução da zona costeira portuguesa: forçamentos antrópicos e naturais. *Encontros Científicos* (pp.8-28)
http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/papers/05_RevTur.pdf
- <http://www.setubalnarede.pt/content/index.php?action=articlesDetailFo&rec=3350>
- <http://noticias.pt.msn.com/verdes-pedem-esclarecimentos-ao-governo-sobre-eventual-destrui%C3%A7%C3%A3o-de-dunas-em-tr%C3%B3ia>

Figuras retiradas de:

Fig.1 e 2 – Fotos da autoria de Carolina Machado (2011)

Fig.3 – http://www.dn.pt/inicio/portugal/interior.aspx?content_id=1586248

Fig.4 - <http://www.vislumbresdaoutramargem.com/2010/09/erosao-costeira-agir-enquanto-ha-tempo.html>

Fig.5 – <http://mesozoico.wordpress.com/2009/05/24/riscos-geologicos-do-litoral-de-alcobaca-%E2%80%93-da-legua-a-paredes-de-vitoria/>

Fig.6 – <http://ambientequalvida.blogs.sapo.pt/68946.html>

Fig.7 - <http://ondas3.blogs.sapo.pt/1718467.html>

Fig.8 - <http://www.noticiasdeaveiro.pt/noticias/show.aspx?idcont=21056&idioma=pt>

Atividade III

O que pode ser feito para minimizar os efeitos do avanço do mar?

1. Questionar os alunos sobre as soluções para o problema da intensa erosão costeira e depauperação da sedimentação, solicitando-lhes que apresentem em sala de aula notícias, imagens, etc. demonstrativas dessas soluções.

Essas soluções podem ir desde a redução da emissão de gases com efeito de estufa, até ao cumprimento do Plano de Ordenamento de Território e à alimentação artificial das regiões costeiras com sedimentos.

2. Apresentar aos alunos mais algumas imagens que demonstrem o que pode ser feito para solucionar este problema.



Fig.1 (A e B) – Intervenção no Guincho para reconstrução das dunas móveis

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

Figuras retiradas de:

Fig.1 – Fotos da autoria de Carolina Machado (2011)

3.2.3. Avanço da intrusão salina e salinização do solo

Quadro 1 – Temáticas das Ciências Naturais em que se insere

8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Sustentabilidade na Terra	A Terra, um planeta muito especial Distribuição de matéria	A Geologia, problemas e materiais do quotidiano	A Terra ontem, hoje e amanhã

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Ciências Naturais Geografia Línguas Estrangeiras	Biologia e Geologia Línguas Estrangeiras	Biologia e Geologia Línguas Estrangeiras	Geologia Línguas Estrangeiras

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Análise e interpretação de dados estatísticos;
- Estudo de caso;
- Planificação de uma atividade experimental (atividade cooperativa);
- Elaboração de um protocolo experimental (atividade cooperativa);
- Atividade experimental (atividade cooperativa);
- Elaboração de um relatório (atividade escrita);
- Análise de artigos científicos;
- Interpretação de gráficos;
- Interpretação de resultados experimentais;
- Análise de textos;

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas, manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar e articular saberes e conhecimentos para compreender uma situação problema;
- Valorizar as diferentes formas de linguagem;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de formas adequadas e para estruturar pensamento próprio;
- Compreender textos escritos em línguas estrangeiras;
- Identificar situações problemáticas em termos de levantamento de questões;

- Debater a pertinência das estratégias adotadas em função de um problema;
- Propor situações de intervenção, individual e/ou coletiva que constituam tomadas de decisão face a um problema;
- Realizar atividades de forma autônoma, responsável e criativa;
- Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns.

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do *saber ciência*;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir conhecimento científico do que é a intrusão salina e de que modo ela pode afetar as comunidades costeiras;
- Conhecimento processual, ao interpretar dados estatísticos, textos e artigos científicos; ao realizar atividades experimentais, interpretando e discutindo os seus resultados; ao analisar situações concretas (estudos de caso);
- Raciocínio, ao detetar locais vulneráveis à intrusão salina, ao prever consequências desse fenómeno e ao apresentar soluções;
- Comunicação, ao expressar as suas ideias em sala de aula;
- Atitudes, ao desenvolver curiosidade científica, ao realizar um trabalho sério, ao refletir criticamente sobre o trabalho desenvolvido.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Contribuir para o despertar da curiosidade científica nos alunos;
- Analisar e interpretar dados estatísticos, textos e artigos científicos;
- Raciocinar cientificamente na planificação e realização de uma atividade experimental;
- Compreender o efeito da intrusão salina nas comunidades costeiras;
- Sugerir ações para minimizar o avanço da intrusão salina;
- Compreender a influência da salinidade dos solos sobre as plantas;
- Relacionar salinidade dos solos com desertificação.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação das questões-problema.

Introdução

1. Os aquíferos costeiros possuem em equilíbrio dinâmico a água salgada do mar e a água doce continental.
2. Em muitas zonas costeiras, a extracção desregada de água doce dos aquíferos, em quantidades superiores à recarga, cria condições para a ocorrência de intrusão salina (introdução de água salgada no aquífero).
3. As alterações climáticas, ao provocarem a subida do nível médio do mar, contribuem também para o avanço da intrusão salina.
4. O avanço da intrusão salina pode ter como consequência a salinização dos solos, o que vai afetar a produtividade das culturas neles existentes.

Questões-problema

Quais as consequências do avanço da cunha salina?

De que modo a salinização dos solos pode afetar a produtividade das plantas?

Que consequências poderão advir de uma salinização dos solos?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Intrusão salina na Europa (ver Desenvolvimento)	Análise e interpretação de dados 1. Apresentar aos alunos dados publicados em 2003 por Europe's Water: an Indicator Assessment sobre a intrusão salina, discutindo com eles quais os principais países e regiões afetadas e as causas desse facto.
Atividade II A intrusão salina: um estudo de caso (ver Desenvolvimento)	Estudo de caso 1. Analisar um estudo de caso em que esteja patente uma situação de avanço da intrusão salina: o aquífero do rio Vélez. 2. Discutir causas, consequências e soluções para o problema detetado. 3. Detetar em Portugal regiões que possam apresentar este tipo de vulnerabilidade ao avanço da intrusão marinha, discutindo causas, consequências e soluções possíveis.

Atividade III Será que a salinidade do solo tem influência no crescimento das plantas? (ver Desenvolvimento)	Atividade cooperativa; planificação de uma atividade experimental; elaboração de um protocolo; realização de atividade experimental; análise e interpretação de resultados experimentais; atividade escrita: elaboração de um relatório 1. Os alunos devem elaborar uma atividade experimental em que seja testada a influência da salinidade no crescimento de diferentes plantas. Essa elaboração deve ser orientada pelo professor, de modo a que sejam cumpridos os requisitos necessários para validar uma atividade experimental. 2. Pôr em prática a atividade experimental elaborada. 3. Analisar e discutir os resultados da atividade experimental. 4. Elaborar o relatório da atividade experimental.
Atividade IV Influência da salinidade do solo na produtividade das plantas (ver Desenvolvimento)	Análise de artigos científicos; interpretação de gráficos; interpretação de resultados experimentais 1. Ler e analisar um artigo científico relacionado com a influência da salinidade do solo na produtividade das plantas. 2. Analisar e interpretar os resultados apresentados. 3. Concluir sobre a influência da salinidade do solo na produtividade da planta estudada. 4. Discutir de que modo a salinização dos solos pode afetar a produtividade a nível mundial.
Atividade V Consequências da salinização dos solos	Análise de textos/notícias 1. Ler e analisar textos e notícias relativos à desertificação. 2. Discutir causas, consequências e soluções para o problema da desertificação.

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica Formativa	Inquérito Observação Análise de documentos	Questionamento Grelhas de observação Listas de verificação Esboço de plano de trabalho Caderno de laboratório Relatório

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade I

Intrusão salina na Europa

1. Apresentar aos alunos um excerto de Europe's Water: an Indicator Assessment, relativo à intrusão salina na Europa.

“Saltwater intrusion

Groundwater over-exploitation occurs when groundwater abstraction exceeds recharge and leads to a lowering of the groundwater table. The rapid expansion in groundwater abstraction over the past 30 to 40 years has supported new agricultural and socioeconomic development in regions where alternative surface water resources are insufficient, uncertain or too costly (EC, 2000). Over-abstraction leads to groundwater depletion, loss of habitats and deteriorating water quality. It is a significant problem in many European countries. One of its impacts is the intrusion of saltwater into aquifers. In nine of 11 countries where coastal overexploitation was reported to exist, saltwater intrusion is the consequence.

Large areas of the Mediterranean coastline in Italy, Spain and Turkey have been reported to be affected by saltwater intrusion. The main cause is groundwater over-abstraction for public water supply.

Irrigation is the main cause of groundwater over-exploitation in agricultural areas. Some examples are the Greek Argolid plain of the eastern Peloponnesos, where it is common to find boreholes 400 m deep contaminated by saltwater intrusion.”

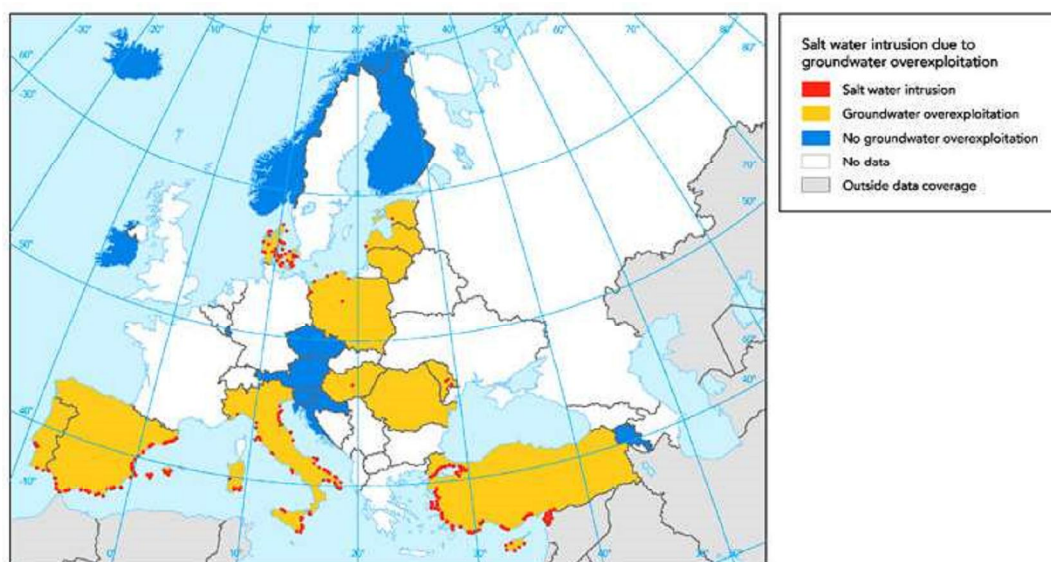


Fig.1 – Intrusão salina nos países europeus devido à sobreexploração dos aquíferos

Adaptado de Europe's Water: an Indicator Assessment, 2003

2. Discutir com os alunos quais os principais países e regiões afetadas, assim como as causas para esse facto.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Nixon, s., Tent, Z., Marcuello, C. e Lallana, C. (2003). *Europe's Water: An Indicator-Based Assessment*. European Environment Agency. Copenhagen
- http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/groundwater-overexploitation-and-saltwater-intrusion-in-europe/ground_salt_water2.png/image_original

Figura retirada de:

Fig.1 - http://www.eea.europa.eu/publications/topic_report_2003_1

Atividade II

A intrusão salina: um estudo de caso

1. Apresentar aos alunos um texto relativo a um estudo de caso de intrusão salina.

“Salinização em Espanha: O aquífero costeiro do rio Vélez

O aquífero fluvio-deltaico do rio Vélez situa-se na costa Mediterrânea da Andaluzia, Espanha, e estende-se no setor mais baixo duma bacia hidrográfica de 610 Km² (Fig.1). A economia desta região baseia-se no turismo e na agricultura. A população ultrapassa os 60000 habitantes, mas aumenta para cerca de 150000, durante o período de turismo do verão.

O clima desta área é tipicamente mediterrânico. A temperatura média ronda os 18°C e a precipitação média é de 600 mm/ano, com a chuva concentrada entre novembro e abril. A chuva é muito variável e sazonalmente mais escassa, quando as necessidades de água são maiores.

Na cabeceira da bacia, as rochas carbonatadas fissuradas criam um aquífero, que é drenado por um número de nascentes localizadas nos seus limites. Estas nascentes formam o fluxo de base do rio Vélez. Neste aquífero distinguem-se dois setores: o setor fluvial e o setor costeiro.

O aquífero é sobretudo recarregado pelo caudal dos rios Vélez e Banamargosa. A maior descarga do sistema corresponde à retirada de água subterrânea de mais de 400 poços, com uma média de 3000 m³/ano, aos quais devem ser acrescentadas as descargas de superfície e subterrâneas, para o mar, ao longo da costa.

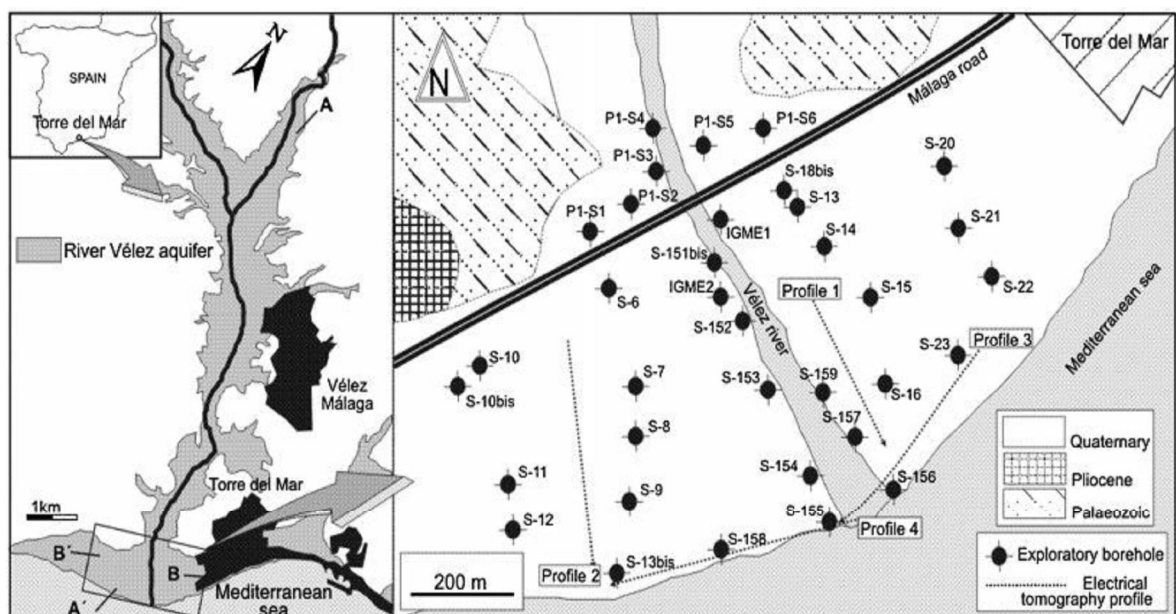


Fig.1 – Localização do aquífero do rio Vélez e sua exploração no sector costeiro

Durante os anos de 1980 e 1990 a necessidade de água era satisfeita por bombagem descontrolada do aquífero. Ao mesmo tempo, foi concebida uma alternativa tendo sido construído um sistema de reservatório no curso do rio Vélez. Desde que o reservatório começou a funcionar em 1989 e o fluxo a partir dele reduzido ou até eliminado, o aquífero costeiro sofreu uma diminuição da sua recarga. Este facto, associado com a falta de precipitação na primeira metade dos anos 90 e com o aumento da extracção de água subterrânea, levou a uma diminuição considerável dos níveis piezométricos no aquífero. Durante o verão de 1995, foi registado um grande avanço da intrusão salina e a falta de água devido à seca severa foi agravada pela deterioração da qualidade da água, causando problemas de abastecimento urbano e perdas em algumas colheitas.

A maior precipitação registada no período 1996-1998 melhorou consideravelmente esta situação. O volume de água no reservatório atingiu quase a sua capacidade máxima na primavera de 1998. Os níveis piezométricos subiram rapidamente e a cunha salina dissipou significativamente. Nos últimos anos, o reservatório tem fornecido água, tanto para irrigação como para uso urbano, levando a que a bombagem de água doce do aquífero quase parasse.

Presentemente, o aquífero não apresenta qualquer evidência de intrusão salina significativa, mas é necessário um fluxo da barragem suficiente para manter a descarga subterrânea para o mar e garantir o controlo a longo prazo deste problema.”

Adaptado de http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B3_Booklet_Final_PT.pdf

2. Discutir com os alunos os seguintes tópicos:
 - a) Problema referenciado no texto;
 - b) Causas, expressas no texto, do grande avanço da intrusão salina, verificado em 1995;
 - c) Outras causas que podem ser responsáveis por este tipo de fenómeno;
 - d) Consequências, expressas no texto, do avanço da intrusão salina;
 - e) Outras consequências que possam resultar deste avanço da cunha salina para o interior dos continentes;
 - f) Solução do problema referido no texto.
3. Questionar os alunos sobre regiões portuguesas que possam apresentar vulnerabilidade ao avanço da intrusão salina.
4. Analisar com os alunos cartas hidrogeológicas da orla algarvia (de que são exemplo as Figs.2 e 3), identificando os respetivos aquíferos, discutindo a sua vulnerabilidade ao avanço da intrusão salina e apresentando possíveis soluções.

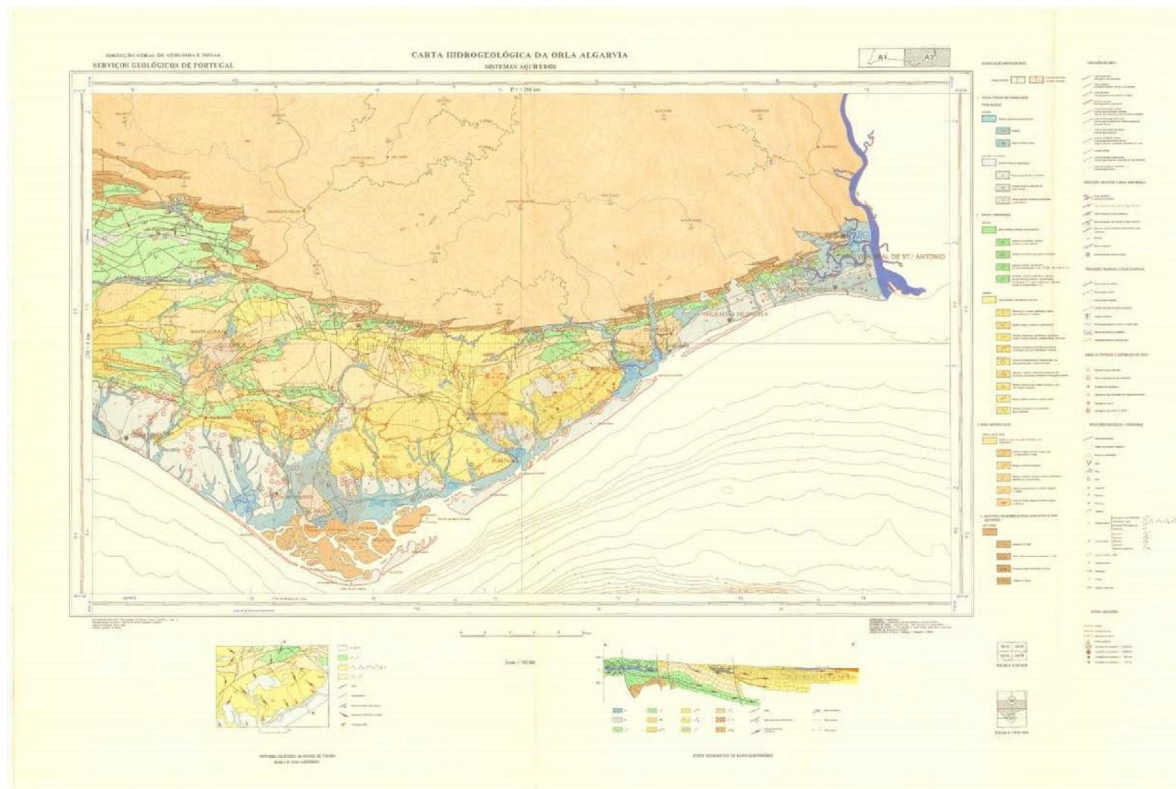


Fig.2 – Carta hidrogeológica da orla algarvia – Sistemas aquíferos

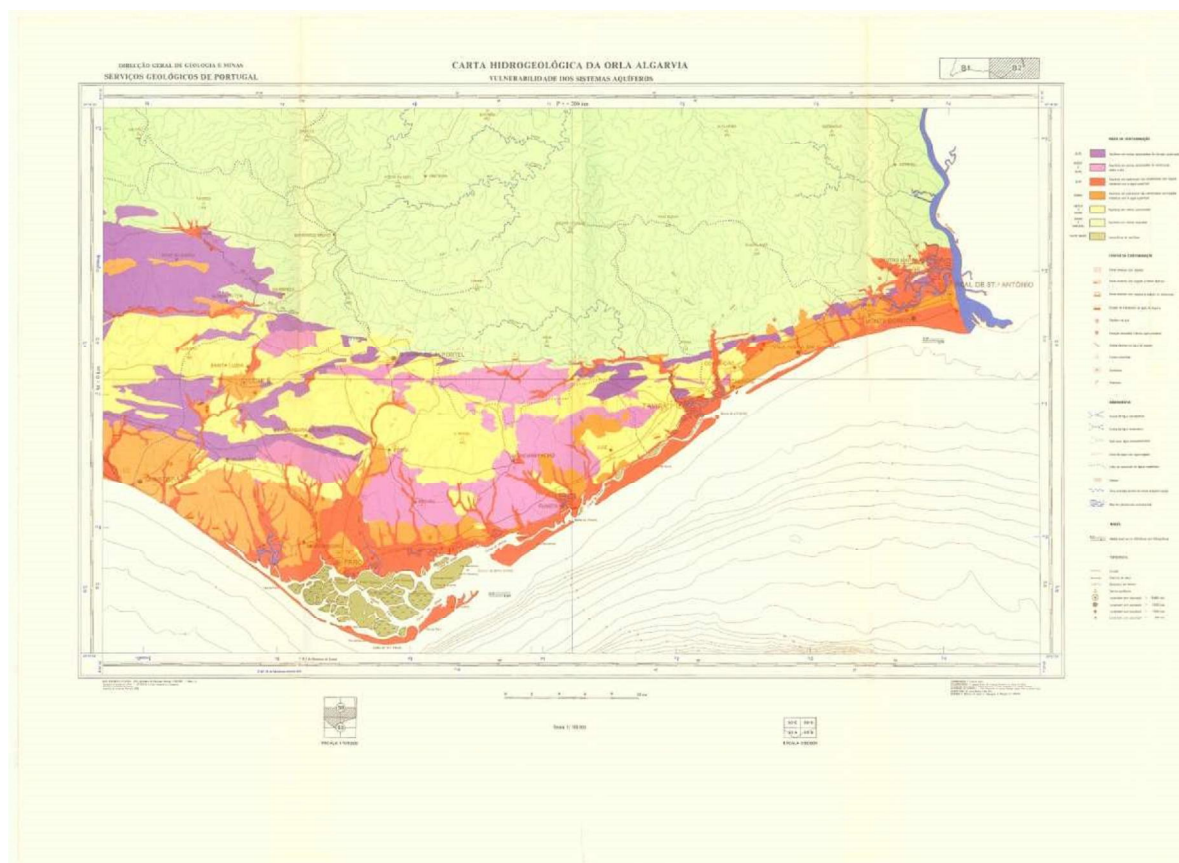


Fig.3 – Carta hidrogeológica da orla algarvia – Vulnerabilidade dos sistemas aquíferos

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

– http://geografia.fcsh.unl.pt/lucinda/booklets/B3_Booklet_Final_PT.pdf

Figuras retiradas de:

Fig.1 - <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001379520900177X>

Figs. 2 e 3 - <http://www.Ineg.pt/iedt/projectos/374/>

Atividade III

Será que a salinidade do solo tem influência no crescimento das plantas?

1. Dividir a turma em grupo de 4/5 alunos.
2. A partir do problema colocado “Será que a salinidade do solo tem influência no crescimento das plantas?”, cada grupo deve elaborar um protocolo de uma atividade experimental que pretenda responder à questão colocada.

NOTA: Será importante não só analisar a influência de diferentes salinidades do solo no crescimento de uma determinada planta mas também comparar a tolerância à salinidade do solo de diferentes plantas. Sugere-se a utilização de plantas com diferentes tolerâncias (Tabela 1).

Tabela 1 – Tolerância de diferentes plantas à salinidade

Sensível	Moderadamente tolerante	Tolerante
Feijão	Milho	Cevada
Cebola	Soja	Algodão
Trevo	Tomate	Oliveira
Batata	Aveia	Centeio
Pimenta	Trigo	

3. Os diferentes protocolos são analisados pelo professor e discutidos em sala de aula, de modo a ser elaborado um protocolo final que cumpra todos os requisitos necessários à validação de uma atividade experimental.
4. Pôr em prática a atividade experimental elaborada.
NOTA: Neste ponto, é essencial reforçar nos alunos a noção da importância da utilização de um caderno de laboratório, assim como do rigor das observações e registros efectuados.
5. Analisar e discutir os resultados em sala de aula com todos os alunos.
6. Os alunos deverão elaborar um relatório sobre a atividade experimental realizada.

Atividade IV

Influência da salinidade do solo na produtividade das plantas

1. Apresentar aos alunos o artigo científico “Produção de cebola em solos salinizados” (Anexo III) ou outro semelhante.
2. Solicitar aos alunos que retirem do artigo as ideias principais:
 - a) O que se pretende saber;
 - b) Que metodologia se utilizou;
 - c) Que conclusões se obtiveram.
3. Fazer com os alunos, em sala de aula, a análise e interpretação dos gráficos apresentados no artigo.
4. Analisar as conclusões que se podem tirar a partir deste artigo.
5. Inferir essas conclusões para uma situação global a nível do planeta, discutindo os seguintes aspetos:
 - a) A salinização dos solos é exclusiva das regiões costeiras?
 - b) Quais serão as principais causas da salinização dos solos?
 - c) De que modo é que um excesso de sais no solo afeta a produtividade das plantas?
 - d) Que consequências poderá ter a crescente salinização dos solos?

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Lima, M.D.B. e Bull, L.T. (2008). Produção de cebola em solo salinizado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 12 (3). 231-235
- <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n3/v12n03a02.pdf>

Atividade V

Consequência da salinização dos solos

1. Apresentar aos alunos o seguinte texto e notícias:

“A acumulação de sais (em especial sódio) constitui uma das principais ameaças fisiológicas aos ecossistemas. O sal perturba o desenvolvimento das plantas, limitando a absorção de nutrientes e reduzindo a qualidade de água disponível para a planta. Afeta o metabolismo dos organismos presentes no solo, reduzindo drasticamente a fertilidade deste. Uma elevada salinidade dos solos provoca o enfraquecimento das plantas, devido, em simultâneo, ao aumento da pressão osmótica e ao efeito tóxico dos sais. Para além disso, a salinização aumenta a impermeabilidade das camadas profundas do solo, impedindo o uso das terras para cultivo.

A salinização é um dos processos de degradação do solo mais comuns na Terra. Na Europa, os solos mais afetados situam-se na Hungria, na Roménia, na Grécia, em Itália e na Península Ibérica. Nos países nórdicos, a eliminação de gelo das estradas com sais produz fenómenos de salinização localizados.

Estima-se que a salinização do solo afeta 1 a 3 milhões de hectares na EU. A salinização é considerada uma das principais causas da desertificação, constituindo por isso um mecanismo grave de degradação do solo. Dado o aumento das temperaturas e as quebras na pluviosidade que têm caracterizado o clima nos últimos anos, o problema da salinização na Europa tem vindo a intensificar-se.”

Adaptado de <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-04.pdf>

“Pernambuco cria política de combate à desertificação

O estado de Pernambuco aprovou este mês leis que criam a Política de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e a Política de Enfrentamento às Mudanças Climáticas. A legislação inova na forma de abordar temas sensíveis, mas chega tarde, pois esta região apresenta já núcleos em processo de desertificação.

Foi o que aconteceu em pleno Rio São Francisco, na ilha de Assunção, no município de Cabrobó. O que antes era um solo rico em nutrientes, área fértil, tornou-se num terreno imprestável. Cinco mil hectares em processo de desertificação pela salinização do solo. O fenómeno foi resultado de um processo de irrigação mal conduzido que terminou por lavar a terra da sua natural composição física e química.”

Adaptado de
http://www.ressoar.org.br/dicas_meio_ambiente_combate_desertificacao_pernambuco.asp

“O mundo perde anualmente solo arável equivalente a três Suíças

Público 09.06.13

Todos os anos o planeta perde 12 milhões de hectares de terra arável. É como se, anualmente, uma área três vezes o tamanho da Suíça desaparecesse perante os nossos olhos. É um pedaço de terra maior do que o território de Portugal.

A ‘severa degradação do solo’ afeta já 168 países do mundo, quando em meados da década de 1990 eram 110 os que se declaravam afetados. Portugal é, na Europa, um dos países mais atingidos. De acordo com dados de 2010, 63% do país está afetado pela aridez.

A degradação dos solos está relacionada com a energia, a água e a alimentação. Estima-se que com o aumento da população para nove milhões seja necessário um aumento de 50% na produção de alimentos até 2050. Mas estes cálculos não levam em conta o impacto da degradação dos solos e das alterações climáticas, que poderão reduzir a produção agrícola entre 13% e 45%.

Luc Gnacadja, secretário executivo da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) lembra ‘Já somos mais de sete milhões de pessoas no mundo. Em 2030 poderemos ser mais de oito e faltam apenas 17 anos. Nessa altura já vamos ter de lidar com um aumento de 50% das necessidades alimentares, 45% das necessidades energéticas e 30% das necessidades de água’. Para dar resposta, será preciso entre 175 e 200 milhões de terra arável disponível em 2030. ‘Vamos falar da água’, prossegue. ‘Ninguém cria água. O que temos que garantir é a redução das perdas de água para o mar, aumentar a infiltração nos solos, voltar a encher os aquíferos. E tudo isto está ligado à regeneração dos solos.’

Adaptado de <http://www.publico.pt/destaque/jornal/o-mundo-perde-anualmente-solo-aravel-equivalente-a-tres-suicas-26655679>

2. Com base nas informações contidas nos textos apresentados, discutir causas, consequências e soluções possíveis para o problema da desertificação.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- <http://agrilife.jrc.ec.europa.eu/documents/PTFactSheet-04.pdf>
- http://www.ressoar.org.br/dicas_meio_ambiente_combate_desertificacao_pernambuco.asp
- <http://www.publico.pt/destaque/jornal/o-mundo-perde-anualmente-solo-aravel-equivalente-a-tres-suicas-26655679>

3.3. Subtema 3- Aquecimento global: benéfico ou prejudicial para a vida?

Quadro 1 – Temáticas das Ciências Naturais em que se insere

7º Ano	8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Terra no Espaço	Sustentabilidade na Terra	Diversidade na Biosfera Obtenção de matéria Distribuição de matéria Transformação e utilização da energia pelos seres vivos Regulação nos seres vivos	Sistemática dos seres vivos	Sistema imunitário

Quadro 2 – Interdisciplinaridade

7º Ano	8º Ano	10º Ano	11º Ano	12º Ano
Línguas Estrangeiras	Línguas Estrangeiras	Física e Química A Línguas Estrangeiras	Física e Química A Línguas Estrangeiras	Química Línguas Estrangeiras

Quadro 3 – Tipo de atividade

- Questionamento;
- Atividade experimental (atividade cooperativa);
- Análise, interpretação e discussão de resultados experimentais;
- Análise e interpretação de textos/notícias/artigos;
- Análise de artigos científicos;
- Leitura e interpretação de textos em língua estrangeira;
- Recolha e síntese de informação;
- Produção escrita.

Quadro 4 – Competências gerais (retiradas do Currículo Nacional do Ensino Básico)

- Prestar atenção a situações e problemas, manifestando envolvimento e curiosidade;
- Questionar a realidade observada;
- Identificar e articular saberes e conhecimentos para compreender uma situação problema;
- Valorizar as diferentes formas de linguagem;
- Usar corretamente a língua portuguesa para comunicar de formas adequadas e para estruturar pensamento próprio;

- Compreender textos orais e escritos em línguas estrangeiras para diversificação das fontes de saberes culturais, científicos e culturais;
- Identificar situações problemáticas em termos de levantamento de questões;
- Debater a pertinência das estratégias adotadas em função de um problema;
- Propor situações de intervenção, individual e/ou coletiva que constituam tomadas de decisão face a um problema;
- Realizar atividades de forma autônoma, responsável e criativa;
- Cooperar com outros em tarefas e projetos comuns.

Quadro 5 – Competências gerais (retiradas dos Programas de Biologia e/ou Geologia)

- Aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do saber ciência;
- Desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer;
- Adoção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentais, visando uma educação para a cidadania.

Quadro 6 – Competências específicas para a Literacia Científica

- Conhecimento substantivo, ao adquirir conhecimento sobre a importância da biodiversidade, sobre a fotossíntese, sobre a termorregulação, sobre o papel do sistema imunitário no combate às doenças;
- Conhecimento processual, ao interpretar textos e artigos científicos, assim como ao realizar atividades experimentais interpretando e discutindo os seus resultados;
- Raciocínio, ao prever consequências da redução da biodiversidade e ao apresentar soluções;
- Comunicação, ao expressar as suas ideias, oralmente, em sala de aula ou por escrito;
- Atitudes, ao desenvolver curiosidade científica, ao realizar um trabalho sério, ao refletir criticamente sobre o trabalho desenvolvido.

Quadro 7 – Objetivos a atingir

- Contribuir para o despertar da curiosidade científica nos alunos;
- Analisar e interpretar textos e artigos científicos;
- Raciocinar cientificamente na realização de atividades experimentais;
- Reconhecer e valorizar as funções dos diferentes seres vivos no ecossistema em que se inserem e na Biosfera, em geral;

- Recolher, organizar, analisar, interpretar e sistematizar conhecimentos diversos;
- Interpretar resultados experimentais;
- Relacionar o aquecimento global e outras alterações ambientais com a redução da biodiversidade;
- Sugerir ações que, direta ou indiretamente, impeçam a redução acelerada da biodiversidade.

Atividades de aprendizagem

Iniciar as atividades com uma introdução em que são apresentados alguns dados relativos ao tema em estudo, seguida da colocação da questão-problema.

Introdução

1. A maioria das plantas e dos animais vive em condições climáticas de temperatura e pluviosidade muito específicas e qualquer mudança no clima da região onde vivem os pode afetar.
2. Ao longo de milhões de anos, as plantas e os animais foram-se adaptando às mudanças ambientais. No entanto, as atuais mudanças estão a ocorrer a um ritmo mais acelerado e a uma maior escala do que o que aconteceu no passado, o que cria dificuldades de adaptação.
3. Algumas espécies estão a responder ao aquecimento global deslocando-se para locais mais frios, mas outras estão a ter dificuldades em sobreviver.
4. As alterações climáticas influenciam também os ciclos de vida de plantas e animais. Com as temperaturas mais altas, muitas plantas iniciam o seu crescimento/floração mais cedo assim como muitos animais acordam da hibernação também mais cedo do que era habitual.
5. Com o aquecimento global, plantas e animais que vivem em locais frios, podem deixar de ter um local para viver, o que pode levar à sua extinção.
6. Cada espécie desempenha um papel dentro do ecossistema em que se insere, quer seja fonte de alimento, fonte de abrigo, predador, polinizador, etc., de modo que, perder uma espécie pode afetar todo o ecossistema em que ela vive.

Questões-problema

Qual a influência do aquecimento global sobre as plantas e os animais?

O que pode ser feito para minimizar os efeitos do aquecimento global sobre os seres vivos?

Quadro 8 – Atividades de aprendizagem e metodologias (orientações para o professor)

Atividade	Metodologia
Atividade I Efeito do excesso do CO ₂ nas plantas (ver Desenvolvimento)	Atividade cooperativa; atividade experimental; interpretação e discussão de resultados experimentais 1. Realizar uma atividade experimental na qual se possa estabelecer a relação entre a concentração de CO ₂ e a taxa fotossintética. Análise e interpretação de textos/notícias 2. Ler e interpretar um artigo sobre o efeito do excesso de CO ₂ nas plantas.
Atividade II Efeitos do aquecimento global nas plantas Ex: Fotossíntese Ciclo de vida (ver Desenvolvimento)	Atividade cooperativa; atividade experimental; interpretação e discussão de resultados experimentais 1. Realizar uma atividade experimental que permita verificar o efeito da temperatura na taxa fotossintética. Análise e interpretação de textos/notícias 2. Analisar textos/notícias que exemplifiquem efeitos do aquecimento global sobre o ciclo de vida das plantas. Análise de artigos científicos 3. Ler e analisar um artigo científico relacionado com o efeito do aquecimento global no ciclo de vida das plantas (Anexo IV). 4. Concluir sobre o efeito que o aquecimento global tem no ciclo de vida das plantas. 5. Discutir as possíveis consequências desse tipo de alterações do ciclo de vida das plantas.
Atividade III Efeitos do aquecimento global nos animais Ex: Branqueamento dos recifes de coral Redução do tamanho das espécies (ver Desenvolvimento)	Leitura e interpretação de textos em língua estrangeira; recolha de informação; síntese de informação; análise de textos/notícias/artigos 1. Ler e analisar um artigo relativo ao branqueamento dos recifes de coral. 2. Recolher informação relevante do artigo, sintetizando-a. 3. Ler e analisar textos/notícias relativos ao branqueamento de corais. 4. Discutir causas, consequência e possíveis soluções para o problema do branqueamento dos recifes de coral. Análise de textos/notícias/artigos 5. Ler e analisar textos/notícias/artigos relativos à influência do

	aquecimento global no tamanho das espécies. 6. Discutir os efeitos que essa redução de tamanho poderá ter para a humanidade.
Atividade IV O alastramento das doenças tropicais (ver Desenvolvimento)	Análise de textos/notícias; questionamento 1. Ler e analisar textos/notícias sobre o aparecimento de doenças tropicais na Europa. 2. Discutir com os alunos as possíveis causas desse aparecimento e alastramento. 3. Ler e analisar textos/notícias/artigos que relacionem o alastramento para norte das doenças tropicais com o aquecimento global. 4. Discutir com os alunos as causas, consequências e soluções para o problema detetado.
Atividade V Destruição de habitats e redução da biodiversidade (ver Desenvolvimento)	Análise de textos/notícias/artigos; questionamento 1. Ler e analisar textos/notícias/artigos relacionados com a destruição de habitats. 2. Ler e analisar o resumo de um artigo científico sobre efeitos das alterações ambientais na extinção de espécies. 3. Discutir com os alunos as consequências para a biodiversidade da destruição de habitats. 4. Questionar os alunos sobre a importância de preservar a biodiversidade.
Atividade VI Qual a importância de se preservar a biodiversidade? (ver Desenvolvimento)	Produção escrita 1. Comentar, por escrito, a seguinte frase: “Qualquer forma de vida é única e merece respeito independentemente da sua utilidade para o homem” (Carta das Nações Unidas para a Natureza). Questionamento; partilha de ideias; análise de textos/notícias/artigos 2. Enumerar diferentes razões para a preservação da biodiversidade. 3. Ler e analisar o resumo de um artigo científico sobre a importância da biodiversidade. 4. Concluir sobre os diferentes valores da biodiversidade. 5. Ler e analisar textos, excertos de notícias ou artigos sobre situações concretas que demonstrem diferentes valores da

	biodiversidade. Questionamento; atividade cooperativa; partilha de ideias; trabalho de pesquisa; apresentação oral 6. Em grupo, solicitar aos alunos que enumerem ações que cada um de nós pode fazer para contribuir para a resolução do problema da redução da biodiversidade. 7. Solicitar aos alunos que, em grupo, pesquisem sobre ações que têm sido realizadas para a preservação da biodiversidade.
--	--

Quadro 9 – Tipos, técnicas e instrumentos de avaliação

Tipo de avaliação	Técnica de avaliação	Instrumento de avaliação
Diagnóstica	Inquérito	Questionamento
Formativa	Observação	Grelhas de observação
	Análise de documentos	Listas de verificação
		Caderno de laboratório
		Produção escrita

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

Atividade I

Efeito do excesso de CO₂ nas plantas

1. Colocar aos alunos a seguinte questão, deixando-os confrontarem as suas opiniões:
'Se as plantas utilizam CO₂ para a realização da fotossíntese, o aumento acentuado de CO₂ atmosférico que se tem verificado ultimamente poderá ser benéfico para elas?'
2. De modo a responder à questão colocada, realizar uma atividade experimental que permita estabelecer a relação entre a concentração de CO₂ e a taxa fotossintética, seguindo um protocolo idêntico ao apresentado de seguida.

Atividade experimental

Relação entre a concentração de CO₂ e a taxa fotossintética

Objetivos específicos:

- Compreender a importância do CO₂ no processo fotossintético;
- Compreender que maior concentração de CO₂ na água implica maior acidez;
- Relacionar a concentração de CO₂ com a taxa fotossintética;
- Compreender o processo de saturação enzimática.

Competências envolvidas:

- Capacidade de observação;
- Capacidade de executar experiências;
- Capacidade de interpretação e avaliação dos resultados obtidos;
- Capacidade de relacionar dados experimentais com a realidade;
- Capacidade de trabalhar em grupo;
- Capacidade de utilizar uma linguagem científica.

Material:

- Elódea
- Água gaseificada
- Água sem gás
- Erlenmeyers (3)
- Parafilme

- Pipeta ou conta-gotas
- Frascos pequenos (3)
- Medidor de pH
- Lâmpada projetor

Procedimento

1. Numere os erlenmeyers.
2. No erlenmeyer assinalado com o número 1, coloque 20 ml de água gaseificada e 80 ml de água sem gás.
3. No erlenmeyer assinalado com o número 2, coloque 10 ml de água gaseificada e 90 ml de água sem gás.
4. No erlenmeyer com o número 3, coloque 100 ml de água sem gás.
5. Coloque em cada um dos erlenmeyers 4 g de Elódea.
6. No início da experiência, retire 10 ml da água de cada um dos erlenmeyers para frascos devidamente numerados e meça o pH, registrando os valores.
7. Tape os erlenmeyers com parafilme.
8. Coloque os erlenmeyers sob a luz intensa do projetor, assegurando-se que todos recebem a mesma quantidade de luz.
9. De 30 em 30 minutos repita o procedimento descrito em 6.

Resultados:

1. Com base nos resultados obtidos dos valores de pH, calcule para cada erlenmeyer e diferença entre o valor final e o valor inicial.
2. Com os resultados obtidos dos valores de pH elabore um gráfico.

Discussão:

1. Porque é que se juntou água gaseificada à água da Elódea?
2. Explique a utilização do parafilme na experiência.
3. A leitura dos resultados foi feita através dos valores de pH. Como se relaciona o pH com a fotossíntese?
4. Relacione a variação da taxa de fotossíntese com a variação da concentração de CO₂.
5. Qual a proporção ideal entre água gaseificada e água sem gás para a realização da fotossíntese?
6. Sugira uma explicação para o facto de não existir uma proporcionalidade direta entre a concentração de CO₂ e a taxa fotossintética.

Adaptado de Fonseca, 2005

3. Apresentar aos alunos o seguinte texto/notícia:

“Efeito do CO₂ em excesso nas plantas aumenta temperatura

DN Ciência 05.05.10

As árvores e as outras plantas ajudam a manter o planeta numa temperatura fresca, mas o aumento dos níveis de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera poderão inverter o funcionamento deste sistema de ar condicionado natural, segundo os resultados de um estudo do Carnegie Institution for Science, dos Estados Unidos.

Os dados da equipa norte-americana mostram que em algumas regiões uma quarta parte do aumento da temperatura devido ao CO₂ em excesso na atmosfera tem a ver com o impacto direto desse CO₂ na vegetação. Os autores sublinham por isso a importância de incluir as plantas nos modelos de previsão climática.

As plantas produzem gotículas de água através de poros nas folhas, o que tem um efeito refrescante em si próprias e no ambiente em que se inserem. Quando os níveis de dióxido de carbono são altos, esses poros retraem-se e isso leva a que menos água seja libertada pela planta, permitindo o aumento da temperatura ambiente.

Adaptado de http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1560912&seccao=Biosfera

4. Com base nos resultados da atividade experimental e tendo também em conta o que vem expresso no artigo apresentado, questionar os alunos sobre se haverá algum benefício para as plantas no excesso de CO₂ atmosférico.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Fonseca, M.F. (2005). *Fotossíntese – Protocolos Experimentais para Ensino*. Lisboa: Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. (Dissertação de Mestrado)
- http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1560912&seccao=Biosfera

Atividade II

Efeitos do aquecimento global nas plantas

1. Colocar aos alunos a seguinte questão, deixando-os confrontarem as suas opiniões:
‘Qual será o efeito de um aumento da temperatura na taxa fotossintética?’
2. De modo a responder à questão colocada, realizar uma atividade experimental que permita estabelecer a relação entre o aumento da temperatura e a taxa fotossintética.

Atividade experimental

Influência da temperatura na taxa fotossintética

Objetivos específicos:

- Estudar o efeito da temperatura na fotossíntese;
- Compreender que as diferentes espécies apresentam diferentes ótimos de temperatura;
- Compreender o processo de desnaturação enzimática por excesso de temperatura.

Competências envolvidas:

- Capacidade de observação;
- Capacidade de executar experiências;
- Capacidade de interpretação dos resultados obtidos;
- Capacidade de avaliar os resultados obtidos;
- Capacidade de relacionar dados experimentais com a realidade;
- Capacidade de trabalhar em grupo;
- Capacidade de utilizar uma linguagem científica.

Material:

- Elódea
- Água gaseificada
- Água sem gás
- Vaselina líquida
- Tubos de ensaio (3)
- Proveta
- Balança

- Banho-maria
- Oxímetro
- Lâmpada projetor

Procedimento

1. Pese 2 g de Elódea.
2. Num tubo de ensaio coloque 3 ml de água gaseificada e 27 ml de água sem gás.
3. Coloque o tubo de ensaio em banho-maria a 10°C e introduza o oxímetro. Sele com vaselina líquida.
4. Ilumine a montagem com o projetor.
5. Faça as medições iniciais de concentração de O₂ (em % e em mg/l), registre-as e aguarde 20 minutos.
6. Após os 20 minutos faça novas medições e registre-as.
7. Repita os procedimentos de 1 a 6 mas colocando a planta no banho-maria a 20°C.
8. Repita os procedimentos de 1 a 6 mas colocando a planta no banho-maria a 40°C.

Resultados:

1. Com base nos resultados obtidos dos valores de p, calcule, para cada situação de temperatura, a variação na concentração de O₂.

Discussão:

1. A leitura dos resultados foi feita utilizando um oxímetro. O que mede este aparelho?
2. Explique a utilização da vaselina líquida na experiência.
3. Explique a utilização do projetor.
4. Quais as razões que levaram a que se colocasse a Elódea a diferentes temperaturas?
5. Como varia a taxa fotossintética com a temperatura?
6. Qual a temperatura a que a Elódea deverá estar sujeita para melhor desempenho fotossintético?
7. Sugira uma explicação para ocorrer um decréscimo da taxa fotossintética quando a temperatura é elevada.

Adaptado de Fonseca, 2005

3. Apresentar aos alunos o seguinte texto/notícia:

“Impacto do aquecimento global nas plantas pode ser pior, afirma estudo

France Presse 02.05.12

Experiências que tentam simular o impacto do aquecimento global nas plantas subestimam o que acontece no mundo real, revelou um estudo publicado na revista científica britânica ‘Nature’.

A pesquisa apoia observações feitas por agricultores e jardineiros, especialmente no hemisfério norte, segundo os quais plantas sazonais estão a florescer muito mais cedo do que no passado.

‘A floração das cerejeiras, em Washington, nos Estados Unidos, um fenómeno meticulosamente registado e celebrado, antecipou-se em cerca de uma semana desde os anos de 1970’, destacou um comunicado publicado pelo Instituto da Terra, da Universidade de Columbia.”

Adaptado de <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/05/impacto-do-aquecimento-global-nas-plantas-pode-ser-pior-afirma-estudo.html>

4. Apresentar aos alunos o artigo científico “Estudo preliminar dos efeitos do aquecimento global sobre a floração das oliveiras em Portugal” (Anexo IV) ou outro semelhante.

4.1. Dada a especificidade do artigo, e tratando-se de alunos mais novos, solicitar-lhes que analisem apenas o resumo apresentado

4.2. Analisar as conclusões que se podem tirar deste artigo.

5. Com base nos resultados da atividade experimental e tendo em conta o que vem expresso na notícia e nas conclusões do artigo, questionar os alunos sobre as consequências que poderão surgir de situações como estas, atendendo aos aspetos:

- a) Biológicos;
- b) Económicos.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Fonseca, M.F. (2005). *Fotossíntese – Protocolos Experimentais para Ensino*. Lisboa: Departamento de Biologia Vegetal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. (Dissertação de Mestrado)

- Melo-Abreu, J.P., Cordeiro, A.M., Rogado, B.M., Cabrinha, V e Ramos, A.M. (2011). Estudo preliminar dos efeitos do aquecimento global sobre a floração das oliveiras em Portugal. *Atas Portuguesas de Horticultura*, 14, 31-38
- <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/05/impacto-do-aquecimento-global-nas-plantas-pode-ser-pior-afirma-estudo.html>

Atividade III

Efeitos do aquecimento global nos animais

1. Entregar aos alunos o artigo que se segue.

Coral Reef Disease Hits Kaneohe Bay, Hawaii

By Thierry Work and Jessica Robertson 17.01.12



Coral reef affected by Montipora White Syndrome

Note the large swath of white skeleton tissue surrounded by normal (brown) corals.

Scientists have discovered an outbreak of coral disease called Montipora White Syndrome in Kāneʻohe Bay, Oʻahu. The affected coral are of the species *Montipora capitata*, also known as rice coral.

Rice corals provide valuable habitat, shelter, and foraging grounds for a variety of tropical marine fish and invertebrates and provide the fundamental structure of coral reefs. Rice corals are especially important to Hawaiʻi's marine ecosystems because they are one of the more abundant coral reef species in the region.

Thus, loss of corals can have negative effects on many other reef-associated organisms. In fact, losing a coral reef is similar to losing a rainforest, with many species reliant on that ecosystem for survival.

In addition, coral reefs in Hawaiʻi are an important source of tourism and other economic income (fisheries). For example, Kāneʻohe Bay, where this outbreak is concentrated, is a popular spot frequented by snorkelers, bathers, divers, boaters and fishermen.

While this particular disease outbreak seems limited to south Kāneʻohe Bay, coral diseases have the potential to be widespread, affecting large geographic regions. A prime example is

the Western Atlantic and Caribbean where large tracts of coral reefs have either declined or disappeared due to diseases.

Science Helping Protect the Reefs

The investigation of this recent outbreak has been led by the University of Hawai'i's Hawai'i Institute of Marine Biology in collaboration with University of Hawai'i, West O'ahu, and the USGS National Wildlife Health Center Honolulu Field Station.

Current efforts are focused on determining the extent of the outbreak and collecting samples for laboratory analysis. On a longer term scale, all three partner organizations are trying to devise better methods to detect coral disease and determine their cause.

For the most part, the causes of coral diseases are unknown. Since biologists do not know yet precisely what is killing corals, this has complicated management of coral reef diseases. Scientists are investigating many possible causes, including host immunity, host physiology, potential infectious agents like bacteria or parasites, and environmental variables such as increased seawater temperatures associated with climate change or land-based sources of pollution.

The USGS is one of the few organizations globally that has applied biomedical tools to investigate animal diseases to coral reefs (yes, corals are animals too). The USGS's focus in this particular outbreak is to characterize the changes seen in sick corals by looking at the whole coral (what we see with the naked eye) as well as at the cellular level (under the microscope). The USGS is also developing other laboratory tools to help enhance our understanding of coral diseases with the eventual goal of pinpointing the causes of such important diseases.

What Is Montipora White Syndrome?

Corals are basically modified anemones, which are a group of predatory — and often strikingly pretty — marine organisms related to jellyfish. Corals secrete a calcium carbonate skeleton covered by a thin layer of tissues that form the foundation of coral reefs. Montipora White Syndrome affects the rice coral and involves loss of tissues from the coral until the underlying white skeleton is revealed/exposed, hence the name “white syndrome.”

History of Outbreak and Future Risks

Based on surveys done since 2006 by the University of Hawai'i and USGS, Montipora White Syndrome has historically been documented in coral reefs in Kāne'ohe Bay, albeit at low levels with scattered, isolated colonies affected. Large-scale outbreaks involving multiple coral colonies over a larger geographic area have only been documented since March 2011 and this recent event.

The reasons for this increase in outbreaks are presently unknown. Tissue loss diseases like white syndrome are particularly insidious in that they result in immediate loss of coral cover.

Often, dead corals are then overgrown by algae, leading to permanent reduction in corals reefs and a change in the ecosystem from a coral-dominated to an algae-dominated reef.

Whether this will be the case here remains to be seen.

The USGS and partner scientists are actively involved in trying to better understand Montipora White Syndrome and other coral diseases. This will allow managers to also determine the environmental drivers of those causes, leading to better intervention and strategies to protect coral reefs.

Source: U.S. Geological Survey

Adaptado de http://www.usgs.gov/blogs/features/usgs_science_pick/coral-reef-disease-hits-kane%CA%BFohe-bay-hawai%E2%80%98i/

- 1.1. Pedir aos alunos que leiam o artigo retirando informações relativas à:
 - a) Importância biológica dos recifes de coral;
 - b) Importância económica dos recifes de coral;
 - c) Causas possíveis do branqueamento dos corais;
 - d) Consequências da morte dos corais;
 - e) Possíveis soluções para o problema.
2. Visualizar vídeos sobre esta temática: o aquecimento e acidificação das águas dos oceanos e a destruição dos recifes de coral.
3. Apresentar aos alunos os seguintes textos/notícias:

“Corais em risco de extinção. Ecologistas da Oceana pedem medidas urgentes

Diário de Notícias 18.09.07

Milhões de corais estão a desaparecer no Mediterrâneo devido à poluição, à pesca destrutiva e às alterações climáticas. O alerta foi lançado pela organização ecologista Oceana e a Fundação Zegna, que reclamam medidas de proteção urgentes e o fim das atividades prejudiciais.

Apesar da maioria dos corais que formam os recifes ter desaparecido do Mediterrâneo há mais de cinco milhões de anos, algumas espécies sobreviveram até à atualidade, como a madrépora mediterrânea (*Cladocora caespitosa*), precisamente uma das espécies mais ameaçadas, referem as associações ecologistas.

Os cientistas destacam a grande importância desta espécie, já que a grande longevidade destes recifes faz com que os registos fósseis de coral e os exemplares que existem permitam conhecer a história climática deste mar.

O relatório analisa as principais causas das mortes massivas que estão a acontecer nos últimos anos nas águas de Itália, França e Espanha, entre as quais o acréscimo das temperaturas, o alargamento das zonas quentes e o prolongamento dos períodos de temperaturas mais elevadas.

‘Uma primeira medida necessária para a preservação dos corais é a proibição da pesca de arrasto, dragas e outras artes de pesca destrutivas similares sobre ecossistemas tão vulneráveis’, refere Xavier Pastor, diretor da Oceana.”

Adaptado de http://www.dn.pt/inicio/interior.aspx?content_id=985140&page=-1

“União Mundial para a Conservação diz que destruição dos corais não é uma fatalidade

Público 31.10.06

A destruição dos recifes de coral às mãos das alterações climáticas ainda não é um facto consumado, disse hoje a União Mundial para a Conservação (UICN). A solução é mudar de estratégia e combater outros fatores de pressão como a sobrepesca e a poluição.

As alterações climáticas estão a destruir os ecossistemas marinhos tropicais através do aumento das temperaturas do mar e do seu maior grau de acidez. Hoje a UICN e a organização The Nature Conservancy apresentaram dois relatórios com propostas para ajudar os corais a adaptarem-se aos impactes das alterações climáticas. A ideia é tornar os recifes mais saudáveis e resistentes às ameaças.

‘Temos de minimizar os impactes humanos como a poluição, sobrepesca ou utilização insustentável da zona costeira. Depois os recifes de coral terão mais hipóteses de recuperarem do branqueamento e de se adaptarem ao aumento das temperaturas do mar ou às águas mais ácidas’, declarou Gabriel Grimsditch, da UICN e um dos autores dos relatórios.

Os relatórios prevêem ainda a criação de refúgios que possam ajudar a regenerar recifes e mangais degradados e a monitorização dos recifes antes, durante e depois de uma época de branqueamento.

Os recifes de coral cobrem apenas 0,2% do fundo do oceano mas contêm 25% das espécies marinhas do planeta e fornecem os meios de subsistência a 100 milhões de pessoas.”

Adaptado de <http://www.publico.pt/sociedade/noticia/clima-uniao-mundial-para-a-conservacao-diz-que-destruicao-dos-corais-nao-e-uma-fatalidade-1275108>

3.1. Discutir com os alunos os seguintes aspetos:

- a) Importância dos corais como ‘contadores’ da história da Terra;

- b) Soluções possíveis para o problema apresentado.
- c) Os recifes de coral são, no meio marinho, os ecossistemas com maior biodiversidade. Qual o seu equivalente em terra?

4. Apresentar aos alunos os seguintes textos/notícias/artigos:

“Aquecimento global deve diminuir tamanho de peixes

Globo Natureza 30.09.12

As mudanças climáticas e o aquecimento dos oceanos devem levar gerações de peixes a diminuir de tamanho com o tempo, aponta uma pesquisa da Universidade de British Columbia, no Canadá. Os cientistas usaram modelos de computador para estudar mais de 600 espécies e descobriram que o tamanho máximo que os peixes podem alcançar poderá ser reduzido entre 14% a 20%, até 2050.

Segundo o estudo, publicado na revista Nature Climate Change, os mares da região tropical devem ser os mais afetados. A redução ocorrerá porque, para além de mais quentes, os oceanos deverão ter menos oxigénio dissolvido. É um ‘desafio constante’ para as espécies de peixes obter mais oxigénio na água e a situação fica pior quanto maior for o animal, apontam os pesquisadores.”

Adaptado de <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/09/aquecimento-global-deve-diminuir-tamanho-de-peixes-diz-estudo.html>

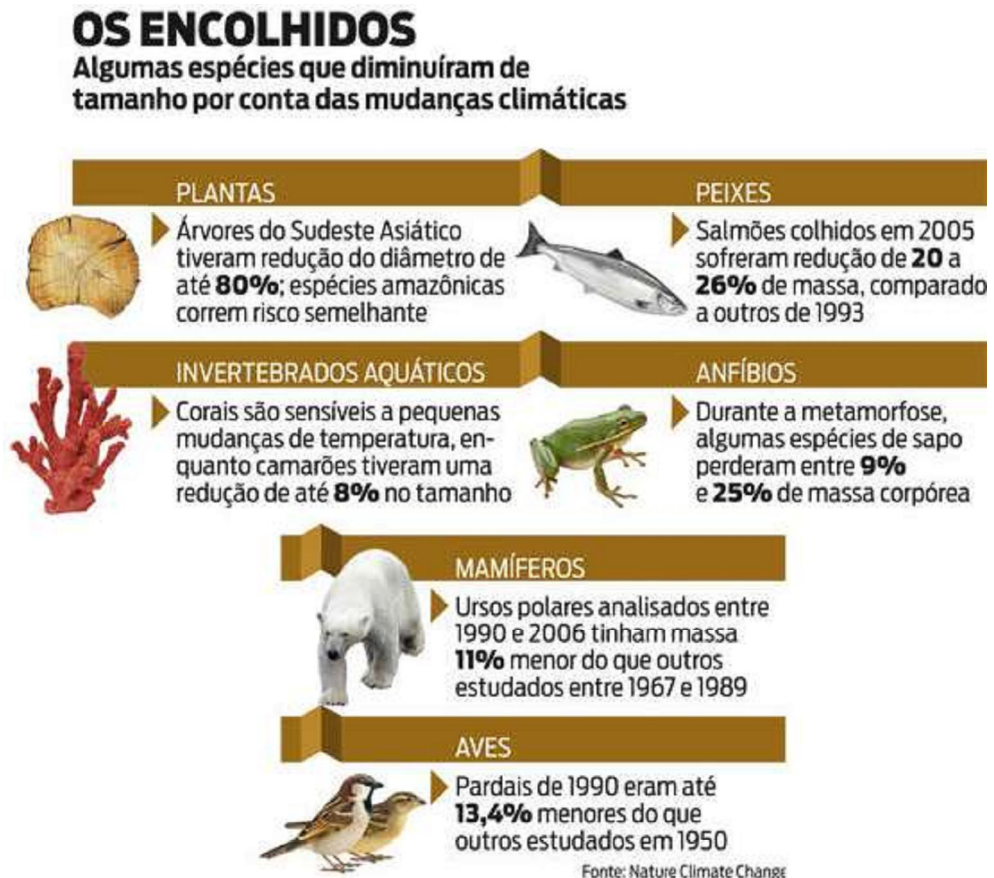
“Grito de alerta

Isto É 21.11.11

O aquecimento global está a causar um efeito inesperado nas espécies que habitam o planeta. Em resposta a temperaturas cada vez mais altas, as novas gerações de algumas plantas e animais têm tamanhos cada vez menores. Segundo especialistas da Universidade Nacional de Singapura, num artigo publicado na revista Nature Climate Change, é evidente que estamos a alterar o clima a ponto de causar um impacto na maioria das espécies, mas o principal problema não é só a redução do tamanho de plantas e animais mas o facto das diferentes espécies terem diferentes respostas a essas alterações climáticas.

Plantas mais pequenas significam menos recursos para os animais que as comem, o que pode levar a indivíduos ou mesmo a populações menores. Em última instância, a redução de tamanho pode resultar na perda de biodiversidade e até mesmo causar efeitos danosos aos seres humanos, como plantações menos produtivas, menos organismos

purificadores do ar e da água ou menos sapos para comer insetos perigosos, por exemplo.



Adaptado de http://www.istoe.com.br/reportagens/170285_GRITO+DE+ALERTA

4.1. Discutir com os alunos os seguintes aspectos:

- Quais serão as espécies mais afetadas pelo aquecimento global e porquê;
- De que modo a redução de tamanho das espécies poderá afetar a espécie humana.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- http://www.usgs.gov/blogs/features/usgs_science_pick/coral-reef-disease-hits-kane%CA%BFohe-bay-hawai%E2%80%98i/
- http://www.dn.pt/inicio/interior.aspx?content_id=985140&page=-1
- <http://www.publico.pt/sociedade/noticia/clima-uniao-mundial-para-a-conservacao-diz-que-destruicao-dos-corais-nao-e-uma-fatalidade-1275108>
- <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2012/09/aquecimento-global-deve-diminuir-tamanho-de-peixes-diz-estudo.html>
- http://www.istoe.com.br/reportagens/170285_GRITO+DE+ALERTA

Vídeos retirados de:

- <http://www.youtube.com/watch?v=60jof35WuAo&list=PL6D5FBCC08349BD1E>
- <http://www.youtube.com/watch?v=NcqEPx2AQLc&list=PL6D5FBCC08349BD1E>
- http://www.youtube.com/watch?v=98ynSn_t3IM&list=PL6D5FBCC08349BD1E

Atividade IV

O alastramento das doenças tropicais

1. Apresentar aos alunos o seguinte texto/notícia:

“Mosquito *Aedes albopictus* anda a estender-se pela Europa

Ciência Hoje 27.06.13

O pequeno mosquito tigre (*Aedes albopictus*), que foi avistado pela primeira vez em Aquitaine, no Sudoeste da França, chegou há 20 anos da Ásia e tem vindo a estender o seu território pela Europa. Este inseto é perigoso, sendo a segunda espécie de Culicidae em importância para o homem, como vetor do vírus da dengue e do chikungunya.

As patologias provocadas pelo *Aedes albopictus* ainda não têm tratamento antiviral e apenas se limitam a prevenir a desidratação devido à febre, o sintoma principal destas infecções, acompanhada de dores musculares e de cabeça e sangramento.

O risco de uma epidemia reside no facto de ser de fácil contaminação. Por exemplo, basta que alguém que tenha contraído o vírus de uma destas doenças no estrangeiro, seja picado por um mosquito tigre. Deste modo, o vírus permanece nas glândulas salivares do inseto que, por sua vez, contaminará outra pessoa numa próxima picada.

A França começou a vigilância reforçada desde maio passado até novembro, período em que o mosquito tigre está mais ativo.”

Adaptado de <http://www.cienciahoje.pt/55323>

2. Questionar os alunos sobre quais serão as causas do alastramento deste tipo de insetos em regiões onde não existiam anteriormente.
3. Apresentar aos alunos o texto/notícia que se segue.

“Aquecimento traz malária à Europa

DN Ciência 15.09.09

As alterações climáticas vão trazer os parasitas da malária, da febre tifóide, dengue e disenteria até ao hemisfério norte, alerta Rita Colwel, especialista norte-americana. Estados Unidos da América e Europa devem estar atentos ao aumento destes parasitas no seu território, até porque estes adaptam-se melhor que os humanos a novas condições.

Em 2040, o mosquito da malária será uma visita habitual em muitas partes da Europa e dos Estados Unidos. Tudo por causa do aquecimento global. Mas esta não é a única

doença que vai beneficiar com as alterações climáticas: a dengue, a desinteria e a cólera também vão ameaçar mais pessoas, alerta a cientista norte-americana Rita Colwell, do Centro de Biotecnologia Marinha da Universidade de Maryland, nos EUA.

A especialista em Microbiologia dedicou parte da sua longa carreira a analisar as relações entre as alterações climáticas e a saúde humana e não tem dúvidas que este será um enorme desafio para todo o mundo. Por um lado, o aumento das temperaturas vai fazer com que os mosquitos que transportam os parasitas de doenças como a malária e o dengue se tornem comuns nas latitudes mais altas, aumentando a quantidade de pessoas em risco. Por outro, a inundação das áreas costeiras vai piorar a qualidade da água e consequentemente as doenças como a difteria e a febre tifóide, explica a cientista, que esteve no Pavilhão do Conhecimento, em Lisboa, para falar sobre os seus estudos sobre a cólera.

Adaptado de http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1362220&seccao=Sa%FAde

4. Discutir com os alunos os seguintes aspetos:

- a) Causas do aparecimento de doenças tropicais em regiões de latitudes mais elevadas;
- b) Perigosidade da situação;
- c) Soluções para o problema.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- <http://www.cienciahoje.pt/55323>
- http://www.dn.pt/inicio/ciencia/interior.aspx?content_id=1362220&seccao=Sa%FAde
- <http://www.mynetpress.com/pdf/2013/junho/201306203276ff.pdf>

Atividade V

Destruição de habitats e redução da biodiversidade

1. Apresentar aos alunos os seguintes textos/notícias:

“Aquecimento global reduzirá espaço de plantas e animais

Agência AFP 12.05.13

O aumento das emissões de gases com efeito de estufa coloca o planeta numa trajetória de aquecimento de cerca de 4°C até ao final do século.

Os pesquisadores da Universidade Britânica de East Anglia estudaram o impacto de um aumento de temperatura nas ‘zonas climáticas’ de 48 786 espécies. Segundo as suas conclusões, publicadas na revista Nature Climate Change, cerca de 55% das espécies vegetais e 35% das espécies animais poderiam ver esse espaço reduzido a metade até 2080.

O risco será maior para as plantas, os anfíbios e os répteis, porque o ritmo da sua capacidade de adaptação é mais lento que o da mudança climática, dizem os pesquisadores. As áreas mais afetadas seriam a África Subsariana, a América Central, a Amazônia e a Austrália. ‘As populações de animais poderiam desaparecer em maior proporção do que o que estimamos pela diminuição das plantas disponíveis para a sua alimentação’ explica um comunicado apresentado pelo estudo.”

Adaptado de <http://atarde.uol.com.br/cienciaevida/materias/1503166-aquecimento-global-reduzira-espaco-de-plantas-e-animais>

“Nova plantação de palmeiras para produção de óleo perto de Pundu, Bornéu, Indonésia

Na ilha de Bornéu, as palmeiras para produção de óleo substituem as florestas tropicais virgens num ritmo crescente, e essas plantações levam à perda de 80% da flora original e de 80 a 90% das espécies animais, como o orangotango. A procura mundial de óleo de palma é a principal causa da desflorestação em algumas partes da Ásia. Essa procura tem aumentado rapidamente, pois ela entra na composição de muitos produtos alimentares, mas também na de detergentes e cosméticos, sendo cada vez mais utilizado na fabricação de agrocombustíveis.

Adaptado de <http://terravistadoceu.com/foto/nova-plantacao-de-palmeiras-para-producao-de-oleo/>

2. Apresentar aos alunos o resumo do artigo científico **“Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais”**, que se apresenta de seguida:

“Cerca de 30% das espécies do grupo de sapos, rãs e pererecas sofrem ameaça de extinção, já tendo sido extintas 35 dessas espécies. Por apresentarem pele fina e permeável e, na maioria dos casos, fase larval que vive em ambiente aquático, esses animais são muito sensíveis a alterações tanto do ambiente aquático como do solo e do ar. O maior responsável pelos fatores geradores dessa crise é o estilo de vida da sociedade atual que produz altos índices de poluição, o aquecimento global, a invasão de espécies exóticas, o aumento da incidência de radiação ultravioleta e o surgimento de epidemias. Se não houver consciência da responsabilidade humana por essa crise e se não houver mudanças no seu modo de vida, essa ameaça se estenderá a todos, contemplando especialmente os humanos.”

Resumo do artigo “Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais”

3. Tendo em consideração o que vem expresso nos textos apresentados, discutir com os alunos os seguintes aspetos:
- a) Causas da destruição de habitats;
 - b) Consequências dessa destruição para a biodiversidade;
 - c) Modo como a redução da biodiversidade pode afetar a humanidade;
 - d) Importância de preservar a biodiversidade.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Verdade, V.K., Dixo, M. e Curcio, F.F. (2010). Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais [Resumo]. *Estudos Avançados* 24 (68), 161-172
- <http://atarde.uol.com.br/cienciaevida/materias/1503166-aquecimento-global-reduzira-espaco-de-plantas-e-animais>
- <http://terravistadoceu.com/foto/nova-plantacao-de-palmeiras-para-producao-de-oleo/>

Atividade VI

Qual a importância de se preservar a biodiversidade?

1. Solicitar, aos alunos, que comentem, por escrito, a seguinte frase inspirada na Carta das Nações Unidas para a Natureza:

“Qualquer forma de vida é única e merece respeito independentemente da sua utilidade para o homem.”

2. Solicitar aos alunos que enumerem diferentes razões para a preservação da biodiversidade.

NOTA: Os alunos deverão apresentar razões como o equilíbrio dos ecossistemas; manutenção das cadeias alimentares, utilidade para a espécie humana quer como fonte de alimento, quer como matéria-prima para diferentes atividades humanas, etc.

3. Apresentar aos alunos o resumo do artigo científico **“Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica”**, que se apresenta de seguida:

“A biodiversidade brasileira é reconhecida como uma das mais expressivas da biosfera terrestre e tem um papel importante no bem-estar e na saúde do homem, ao prover produtos básicos e serviços ecossistêmicos. Os produtos ou bens oriundos do sistema natural incluem fármacos, alimentos (como pesca), madeira e muitos outros. Os sistemas naturais também provêem serviços que dão suporte à vida, tais como purificação do ar e da água, regulação do clima, habitats reprodutivos e alimentares para extrativismo, além da manutenção de organismos responsáveis pela reciclagem de nutrientes do solo, tornando-os disponíveis para absorção pelas plantas. Alterações ambientais estão afetando negativamente os ecossistemas naturais, com acelerada perda da biodiversidade, por meio da modificação e perda de habitats naturais e pela ocupação não sustentável do solo, com propagação de agentes patogénicos e vetores de doenças.”

Resumo do artigo “Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica”

4. De acordo com o resumo do artigo científico apresentado, solicitar aos alunos que enumerem todas as razões para a preservação da biodiversidade.

5. Discutir com os alunos os diferentes valores da biodiversidade: valor intrínseco, valor funcional, valor de uso direto, valor de uso indirecto e valor potencial.
6. Apresentar aos alunos os seguintes textos/notícias/artigos:

“Abelhas de aluguer

Superinteressante 09.92

Elas são confinadas aos milhares em pequenas casas de madeira, ao redor das grandes plantações. Trabalham 365 dias por ano, sem direito a férias nem fins-de-semana, e não recebem nada em troca. Um típico caso de escravidão rural, que já se transformou numa prática perfeitamente legal e recomendável na Europa e nos Estados Unidos: o uso das abelhas para melhorar a produção agrícola. Não é novidade que esses insetos ajudam a transferir o pólen — elemento reprodutor masculino dos vegetais — de uma flor para outra. Mas, nas últimas décadas, cientistas e agricultores têm feito desses parceiros naturais uma eficiente mão-de-obra para polinizar lavouras e aumentar a produtividade e a qualidade de frutas, legumes e grãos.”

Adaptado de <http://super.abril.com.br/ciencia/polinizacao-colmeias-abelhas-aluguel-440437.shtml>

NOTA: Sugere-se a apresentação do artigo **“Biodiversidade e polinização de pomares de pereira Rocha”** (Anexo V), já que a pêra Rocha é um dos frutos nacionais de grande qualidade e renome.

“Proteína de esponja marinha pode combater malária e cancro

Diário Digital/Lusa 19.02.09

O uso de uma proteína contida numa esponja marinha que apenas existe na costa portuguesa no fabrico de medicamentos pode ajudar a tratar doenças como a malária cerebral ou o cancro. A esponja na qual foram detetados compostos com efeito terapêutico no combate a estas doenças foi recolhida junto ao Banco de Gorringe.

A descoberta de novos fármacos de origem marinha em Portugal está a dar os seus primeiros passos, mas Helena Vieira, da Bioalvo, acredita que podem ser descobertos mais compostos que podem ser úteis noutras doenças.

Um dos mais importantes medicamentos utilizados no tratamento da SIDA, o AZT, foi isolado a partir de uma esponja das Caraíbas e o analgésico mais forte do mundo, 50 vezes mais forte que a morfina, foi retirado de uma espécie de caracol.”

Adaptado de http://diariodigital.sapo.pt/news.asp?id_news=374070

“Lesma-do-mar: Colorida, viscosa e talvez terapêutica

Público 22.04.10

Da ilha do Faial chegou uma surpresa: o porto da Horta está pejado de uma lesma-do-mar, de onde se isolou uma molécula nova. Os primeiros testes indicam que tem propriedades farmacêuticas.

Os especialistas de lesmas-do-mar sabem que este grupo de animais foi desenvolvendo a capacidade de fabrico ou de acumulação de substâncias químicas que afastam, ou até matam, os predadores.

Para os seres humanos, as armas químicas destes animais podem revelar-se valiosas. Vários estudos têm demonstrado que são detentoras de moléculas raras na natureza, que podem ter interesse farmacêutico. Por exemplo, a empresa PharmaMar, em Madrid, tem estado a testar moléculas oriundas de lesmas-do-mar contra o cancro. A ideia não é apanhá-las até à exaustão para extrair as suas moléculas; antes é inspirar-se nessas moléculas para as fabricar em laboratório.”

Adaptado de <http://www.publico.pt/ciencia/noticia/lesmadomar-colorida-viscosa-e-talvez-terapeutica-1433437>

- 6.1. Solicitar aos alunos que identifiquem, para cada um dos textos, o valor da biodiversidade retratado.
7. Dividir a turma em grupos de 4 alunos.
 - 7.1. Solicitar que, em grupo e por escrito, os alunos enumerem ações que cada um de nós, individualmente, pode fazer para contribuir para a preservação da biodiversidade.
 - 7.2. Solicitar ao porta-voz de cada grupo que leia, em voz alta, para a turma, as ações enumeradas pelo seu grupo.
 - 7.3. Sistematizar e registar as diferentes ideias.
 - 7.4. Discutir com os alunos a razão de cada uma das ações enumeradas.
8. Questionar os alunos sobre ações que, a nível regional, nacional ou mundial, estejam a ser feitas para a preservação da biodiversidade.
 - 8.1. Cada grupo fica encarregue de pesquisar ações de preservação da biodiversidade.
 - 8.2. Cada grupo apresentará, em sala de aula, o seu trabalho.

Fontes de informação consultadas/utilizadas:

- Alho, C.J.R. (2012). Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica [Resumo]. *Estudos Avançados* 26 (74), 151.165
<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a11v26n74.pdf>
- Reis, C., Figueiredo, E., Mexia, A. & Franco, J.C. (2013). Biodiversidade e polinização de pomares de pereira Rocha. *Vida Rural*. Março 2013. 32-34
http://www.syngenta.com/country/pt/pt/resp_socio-ambiental/Agricultura_Sustentavel/Biodiversidade/Documents/Reis_et%20al_2013_Vida_Rural_final.pdf
- <http://super.abril.com.br/ciencia/polinizacao-colmeias-abelhas-aluguel-440437.shtml>
- http://diariodigital.sapo.pt/news.asp?id_news=374070
- <http://www.publico.pt/ciencia/noticia/lesmadomar-colorida-viscosa--e-talvez-terapeutica-1433437>

CONCLUSÕES

1. O papel do professor no processo de ensino/aprendizagem

Enquanto professores, é nossa obrigação não só ensinarmos conteúdos mas, como educadores que também somos, contribuímos para a formação integral dos nossos alunos. Isso passa por os ajudarmos a tornarem-se literados cientificamente. É, pois, importante que o professor não assente o seu papel sobretudo na informação mas que possa também desenvolver competências e saberes no modo como se investiga, como se faz ciência, ou seja, educar os alunos ‘em ciência, sobre ciência e pela ciência’.

É necessário que o professor dê ênfase, nas suas aulas, à perspetiva CTSA, de modo a que o aluno contextualize os conteúdos no mundo real e não se isole do que se passa à sua volta. Só assim se poderá tornar um cidadão pleno e consciente. O professor precisa de fazer a transposição didática da Ciência Pura em ciência para todos. É disso que trata a literacia científica.

A aplicação de estratégias de aprendizagem ativa é indispensável para que os alunos atinjam os objetivos que são pretendidos, pois torna-os intervenientes ativos da sua aprendizagem, despertando-os e envolvendo-os em situações concretas e reais do mundo que os rodeia. Sugerem-se, por isso, estratégias contextualizadas no mundo real.

Em suma, para que o processo ensino/aprendizagem funcione é aconselhável:

- Estimular o contacto e a troca de saberes entre todos os intervenientes, professores e alunos;
- Desenvolver a cooperação entre os alunos;
- Estimular a aprendizagem ativa, através da utilização de materiais atuais e do dia-a-dia;
- Partir de situações concretas para se atingir os conteúdos;
- Dar ênfase a uma avaliação formativa em que haja um feedback constante e imediato aos alunos sobre a sua aprendizagem;
- Respeitar os diferentes saberes e formas de aprender.

2. Contributo deste trabalho

O presente trabalho tem a intenção de sugerir algumas estratégias de aprendizagem ativa que podem ser utilizadas em sala de aula (ou fora dela). Não significa que os professores não tenham conhecimento da sua existência mas, muitas vezes, por inércia ou por acharem que não têm o apoio dos seus pares, mantêm-nas ‘guardadas no fundo do baú’.

Este trabalho pretende, também, incentivar os professores a criarem os seus próprios materiais de ensino, não ficando 'espartilhados' no manual. Isto não significa que se deve descurar de todo o manual. A partir do momento em que as famílias investem dinheiro na sua compra ele deve ser utilizado. No entanto, ele não é a única fonte de informação ou de sugestão de atividades, logo não pode e não deve ser exclusivo.

O trabalho conjunto entre professores de diferentes disciplinas, desenvolvendo uma interdisciplinaridade efectiva e eficaz é outro aspeto aqui defendido. Desse modo, não só os alunos visualizam e compreendem melhor as interligações entre os vários fenómenos que ocorrem no mundo real, como cria um espírito de equipa mais forte entre os docentes de uma mesma escola.

As atividades propostas neste trabalho são meramente exemplificativas pois o mundo da ciência é tão vasto, e não apenas em termos de conteúdos, que, com vontade e criatividade (provavelmente mais do que a minha), qualquer professor pode elaborar atividades com diferentes materiais, que melhor se adequem ao seu público-alvo.

A maior parte delas são de muito fácil utilização, bastando que se procurem notícias ou artigos de revistas ou jornais, que servirão de elemento motivador e ponto de partida para lecionar os conteúdos que com eles possam estar relacionados. O professor pode mesmo encarregar os alunos dessa procura o que torna ainda mais ativa a sua intervenção.

A grande dificuldade na implementação deste tipo de estratégias ou atividades é, sem dúvida, o tempo disponível e a pressão de todo um programa para ser lecionado. Mas, começando por as implementar pouco a pouco e em anos de escolaridade que não sejam terminais, os professores vão adquirindo prática e verão, que afinal, tudo o que é verdadeiramente importante acabará por ser lecionado.

Outra dificuldade que normalmente se aponta é a resistência dos alunos a este tipo de atividades. Por experiência própria, já vivi essa situação, mas rapidamente os alunos se adaptam a novos estilos de aulas e até acabam por se sentir mais motivados. O importante é não desistir e ir tentando incutir nos alunos, cada vez mais, a responsabilidade e a capacidade de trabalho.

Por último, é importante salientar o papel da avaliação. A avaliação tem que ser verdadeiramente constante. Cada aula, com a observação direta do desempenho dos alunos, é um 'instrumento' de avaliação. Por isso, é essencial motivar os alunos, dando-lhes um feedback constante e imediato sobre esse mesmo desempenho, implementando, desse modo, uma avaliação formativa que tem como principal objetivo a melhoria sistemática das competências do aluno.

3. Sugestões para trabalhos futuros

O presente trabalho consiste apenas em propor atividades, partindo do pressuposto que este tipo de atividades é mais motivador para os alunos e que eles aprenderão melhor com a sua utilização. Mas será que é assim?

Sugere-se, por isso, um trabalho de aplicação deste tipo de estratégias em algumas turmas, permitindo-nos, no final, constatar ou não a validade desse pressuposto, por comparação dos resultados com turmas em que se seguiu o método de ensino habitual.

Para além disso, outros trabalhos com outros tipos de propostas são sempre uma mais-valia para o desempenho do professor. Mesmo que as atividades não sejam exatamente seguidas podem servir como ponto de partida para despoletar no professor o seu desejo de fazer mais e melhor, imprimindo inovação ao seu trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, K.S.G., Téran, A.F. & Forsberg, M.C. (2011). *A Transposição Didática e a Formação Inicial de Professores para o Ensino de Biologia*. Educação em Ciência na Amazônia: Múltiplos Olhares. org. I. Barbosa, A.F. Téran, A.M. Gonzaga & S.C.S. Santos.

Arends, R.I. (1995) *Aprender a Ensinar*. Lisboa: McGraw-Hill de Portugal, Lda.

Baker, L. & Lombardi, B.R. (1985). Students' Lecture Notes and Their Relation to Test Performance. *Teaching of Psychology*, 12:28, 28-32.

Becker, F. (1994). O que é Construtivismo? *Série Ideias*, 20, 87-93.

http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_20_p087-093_c.pdf. Acedido em julho 2012

Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

Campbell, A.M. (2004). Open Acess: A PLoS for Education. *PLoS Biology Journal*, 2(5), 560-563.

Comunidade dos Países de Língua Portuguesa [CPLP] (2009). *Objetivos de Desenvolvimento do Milénio*

<http://www.cplp.org/id-222.aspx>. Acedido em julho 2012 de CPLP em www.cplp.org

Despacho Normativo nº1/2005 de 5 de janeiro. Avaliação da Aprendizagem no Ensino Básico. Ministério da Educação

http://www.ige.min-edu.pt/upload/Legisla%C3%A7%C3%A3o/Desp_Norm_1_05.pdf.

Acedido em março 2013 de www.ige.min-edu.pt

Din, F.S. & Wheatley, F.W. (2007). A Literature Review of the Student-Centered Teaching Approach: National Implications. *National Forum of Teacher Education Journal*, 17 (3), 1-17.

Direção-Geral de Educação (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2001b). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais – Ciências Físicas e Naturais*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2001c). *Orientações Curriculares – 3ºCiclo Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2001d). *Programa de Biologia e Geologia – 10ºAno*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2003). *Programa de Biologia e Geologia – 11ºAno*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2004). *Programa de Geologia – 12ºAno*. Lisboa: Ministério da Educação.

Direção-Geral de Educação (2006). *Programa de Biologia – 12ºAno*. Lisboa: Ministério da Educação.

Dourado, L. & Leite, L. (2008). *Atividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. Actas do XXI Congresso de Enciga, Carballiño:IES Manuel Chamoso Lamas*.

Dourado, L. & Leite, L. (2010). *Questionamento em Manuais Escolares de Ciências: Que Contributo para a Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas da ‘Sustentabilidade na Terra’? Actas do XXIII Congresso de Enciga, Narón [Narón: Enciga, 2010]*.

http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/11295/1/IN_Dourado,%20Luis,%20CC,%20Questionamento%20em%20manuais%20escolares.pdf. Acedido em julho de 2012

Educational Experiences and Experiments of a Computer Scientist [EduTechnorama] (2007). <http://www.edutechie.ws/2007/10/09/cone-of-experience-media/>. Acedido em julho de 2012 de EduTechnorama em www.edutechie.ws

Fink, L.D. (2003). *Creating Significant Learning Experiences: Na Integrated Approach to Designing College Courses*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Fontes, A. & Freixo, O. (2004) *Vygotsky e a Aprendizagem Cooperativa*. Lisboa: Biblioteca do Educador. Livros Horizonte.

Franco, V. & Albuquerque, C. (2010) Contributos da Psicanálise para a Educação e para a Relação Professor-Aluno. *Revista Millenium*, 38, 173-200. Centro de Estudos em Educação, Tecnologias e Saúde, Instituto Politécnico de Viseu.

<http://www.ipv.pt/millenium/Millenium38/13.pdf>. Acedido em janeiro de 2013 de Instituto Politécnico de Viseu em www.ipv.pt

Galvão, C., Reis, P., Freire, S. & Faria, C. (2011). *Ensinar Ciências, Aprender Ciências – O contributo do projeto PARSEL para tornar a ciência mais relevante para os alunos*. Porto: Porto Editora, Lda.

Lopes, J. & Silva, H.S. (2009). *Aprendizagem Cooperativa na Sala de Aula: Um Guia Prático para o Professor*. Lisboa: Lidel-Edições Técnicas, Lda.

Michael, J. (2006). Where's the evidence that active learning works? *Advances in Physiology Education*, 30, 159-167.

Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000) *Ensinando Ciência para a Compreensão: Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (Publicação original 1998).

Miranda, L. & Morais, C. (2009). Mapas Conceptuais como Estratégia de Ensino e Aprendizagem. *Actas X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia*, Braga: Universidade do Minho.

Murcia, K. (2005). Science in the newspaper: a strategy for developing scientific literacy. *Teaching Science*, 51(1), 40-42.

Oliveira, C.B., Téran, A.F. & Forsberg, M.C.S. (2011). *A experimentação no Ensino de Biologia: um Estudo Exploratório no Ensino Superior*. Temas Científicos Contemporâneos no Ensino de Biologia na Amazônia. A.P.S. Menezes (org.). Manaus: BK Editora. 229-257.

Organisation for Economic Co-operating and Development [OECD] (2010a).

http://www.pisa.oecd.org/pages/0,2987,en_32252351_32235731_1_1_1_1_1,00.html.

Acedido em março 2012 de OECD em www.pisa.oecd.org.

Organisation for Economic Co-operating and Development [OECD] (2010b). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science* (Volume I).

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>. Acedido em julho 2012 de OECD em dx.doi.org

Organisation for Economic Co-operating and Development [OECD] (2010c). *PISA 2009 Results: Learning to Learn – Student Engagement, Strategies and Practices* (Volume III).

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264083943-en>. Acedido em julho 2012 de OECD em dx.doi.org

Perrenoud, P. (1993). *Práticas Pedagógicas, Profissão Docente e Formação-Perspectivas Sociológicas*. Publicações Dom Quixote. Instituto de Inovação Educacional.

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93 (3), 223-231.

Prince, M.J. & Felder, R.M. (2006). Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons and research bases. *Journal of Engineering Education*, 95 (2), 123-138.

Prince, M. & Felder, R. (2007). The Many Faces of Inductive Teaching and Learning. *Journal of College Science Teaching*, 36 (5), 14-20.

Ron, R.R.D. (2010). Planejamento de ensino e avaliação da aprendizagem para cursos estruturados com base em competências. *Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP*, 4 (2).

Santos, M.E. (1999). *Desafios Pedagógicos para o Século XXI*. Lisboa: Livros Horizonte, Lda.

Smith, C.V. & Cardaciotto, L.A. (2011). Is active learning like broccoli? Student perceptions of active learning in large lecture classes. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*. 11(1), 53-61.

Vieira, C.M.M. (2006). *A avaliação das aprendizagens no contexto das atividades laboratoriais: influências de uma ação de formação nas concepções de professores de*

Biologia e Geologia. Dissertação de Mestrado, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho

Vieira, R.M., Tenreiro-Vieira, C. e Martins, I.P. (2011). *A Educação em Ciência com Orientação CTS: Atividades para o Ensino Básico*. Porto: Areal Editores, S.A.

APÊNDICE

ESTUDO PRÉVIO

**CARTA DE EXPLORAÇÃO DO TEMA
NAS DIFERENTES ORIENTAÇÕES CURRICULARES
DO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	CIÊNCIAS NATURAIS	7º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. Terra – Um planeta com vida <u>Ligação ao tema:</u> Ações sobre o subsistema Atmosfera (causa) → Mudanças climáticas → Alterações nos restantes subsistemas terrestres: Geosfera, Hidrosfera e Biosfera
			2. Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente <u>Ligação ao tema:</u> Tecnologia (causa) → Mudanças climáticas → Ações sobre o Ambiente → Afeta a Sociedade → Novos conhecimentos científicos e novas tecnologias
			3. A Terra conta a sua história <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Transgressões e regressões → Extinções (consequências) → Fósseis
			4. Dinâmica interna da Terra Atividade vulcânica <u>Ligação ao tema:</u> Intenso vulcanismo (causa) → Mudanças climáticas (consequência)
			5. Dinâmica externa da Terra <u>Ligação ao tema:</u> Aumento do CO ₂ na atmosfera (causa) → Efeito do CO ₂ na meteorização das rochas sedimentares (consequência)

O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	CIÊNCIAS NATURAIS	8º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. Ecossistemas Interações seres vivos-ambiente Fluxo de energia e ciclo de matéria Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Alteração nas interações entre seres vivos e ambiente relativamente à luz, à água e ao solo (consequência) Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas (causa) → Mudanças climáticas (consequência)
			2. Gestão sustentável dos recursos Recursos naturais – Utilização e consequências Custos, benefícios e riscos das inovações científicas e tecnológicas <u>Ligação ao tema:</u> Exploração dos recursos naturais (causa) → Poluição atmosférica → Mudanças climáticas (consequência) Tecnologia (causa) → Mudanças climáticas → Ações sobre o Ambiente → Afeta a Sociedade → Novos conhecimentos científicos e novas tecnologias

Relativamente ao 9º ano, como as orientações curriculares visam apenas a Morfofisiologia Humana não existem tantos pontos em comum com a temática proposta.

CARTA DE EXPLORAÇÃO DO TEMA
NOS DIFERENTES PROGRAMAS DO ENSINO SECUNDÁRIO

O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	GEOLOGIA	10º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. A Terra e os seus subsistemas em interação - Interação de subsistemas <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas → Erosão do solo → Desertificação
			2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra - Ciclo das rochas <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Alteração do clima → Diferente meteorização das rochas (consequência)
			3. A medida do tempo e a idade da Terra <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Transgressões e regressões → Extinções (consequências)
			4. Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres <u>Ligação ao tema:</u> Ações do Homem sobre a atmosfera (causa) → Mudanças climáticas (consequência)
			5. Vulcanologia <u>Ligação ao tema:</u> Intenso vulcanismo (causa) → Mudanças climáticas (consequência)

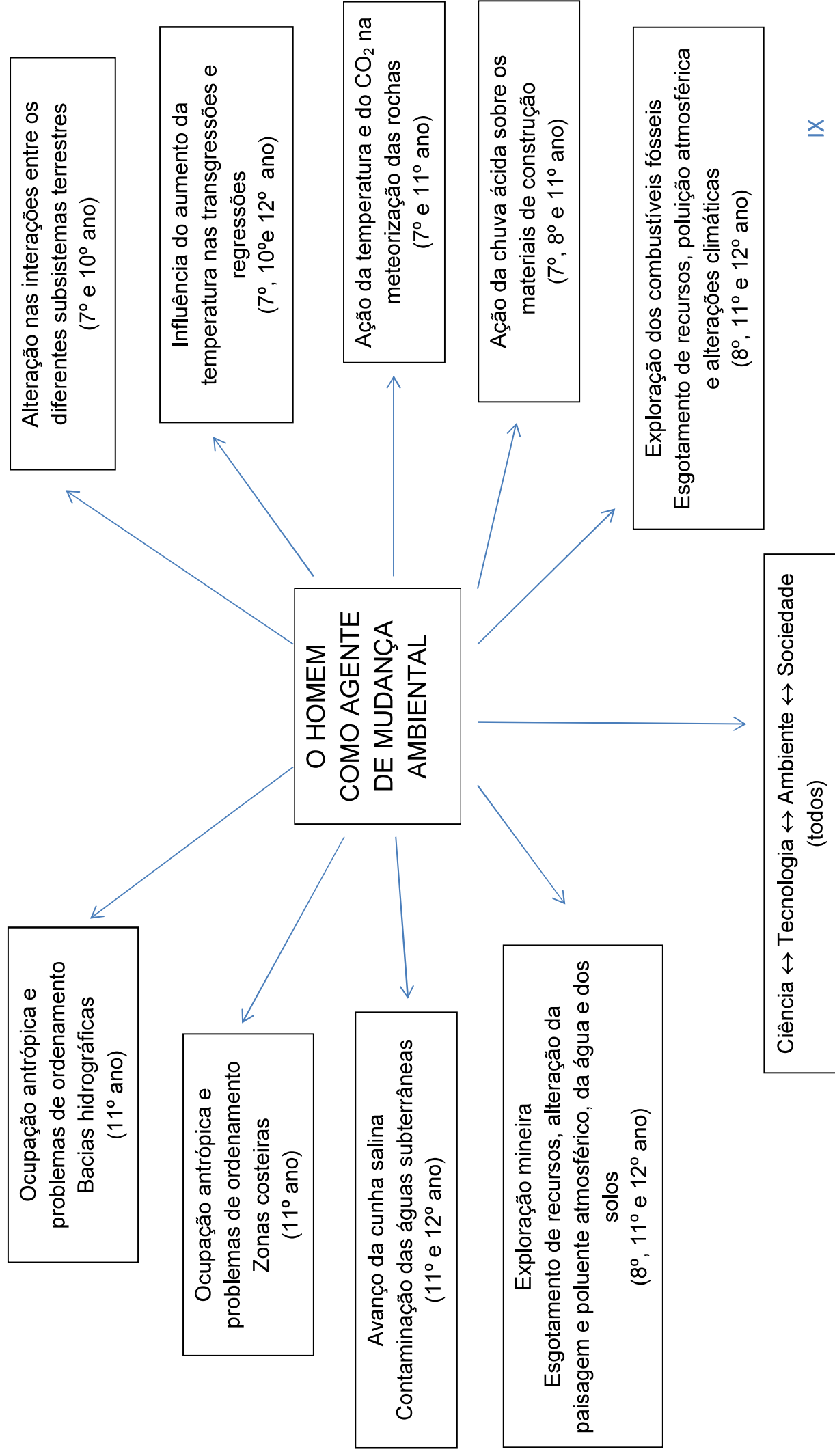
O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	BIOLOGIA	10º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. Diversidade na Biosfera <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Extinções nos tempos geológicos (consequência)
			2. Obtenção de matéria pelos seres vivos – Fotossíntese <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas → Influência da temperatura na fotossíntese Aumento da concentração de CO₂ na atmosfera (causa) → Mudanças climáticas (consequência)
			3. Transporte nas plantas <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Transgressões → Avanço da cunha salina → Salinização do solo → Ação sobre a pressão radicular (consequência) Mudanças climáticas (causa) → Influência da temperatura na transpiração (consequência)
			4. Trocas gasosas em seres pluricelulares <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Influência da temperatura nas trocas gasosas efectuadas pelos seres pluricelulares (consequências)
			5. Regulação nervosa e hormonal em animais Termorregulação Osmorregulação <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Efeito da temperatura no metabolismo: hibernação e estivação (consequência) Mudanças climáticas (causa) → Aumento da temperatura → Aumento da transpiração → Influência no sistema excretor (consequência)

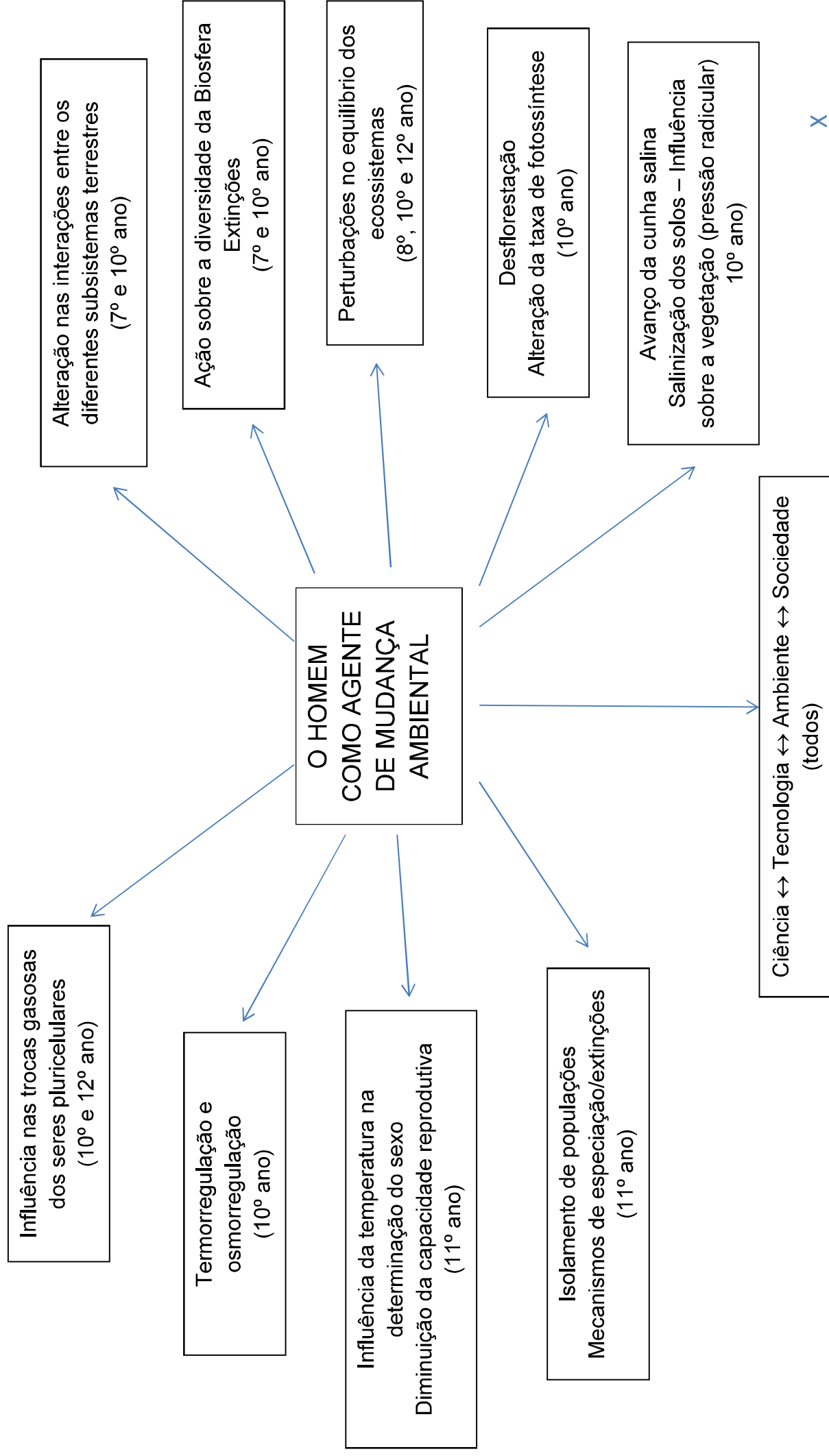
O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	GEOLOGIA	11º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			6. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento Bacias hidrográficas Zonas costeiras <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Transgressão → Subida do nível do mar → Alteração da topografia das bacias hidrográficas (consequência) Mudanças climáticas (causa) → Transgressão → Subida do nível do mar → Desaparecimento de muitas povoações costeiras (consequência)
			7. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres <u>Ligação ao tema:</u> Aumento do CO₂ na atmosfera (causa) → Efeito do CO₂ na meteorização das rochas sedimentares (consequência)
			8. Exploração sustentada dos recursos geológicos Minérios Materiais de construção Água subterrânea <u>Ligação ao tema:</u> Exploração mineira como poluente atmosférico (causa) → Mudanças climáticas (consequência) Aumento dos poluentes atmosféricos (causa) → Ação das chuvas ácidas sobre os materiais de construção (consequência) Mudanças climáticas (causa) → Transgressões → Contaminação das águas subterrâneas pelo avanço da cunha salina (consequência)

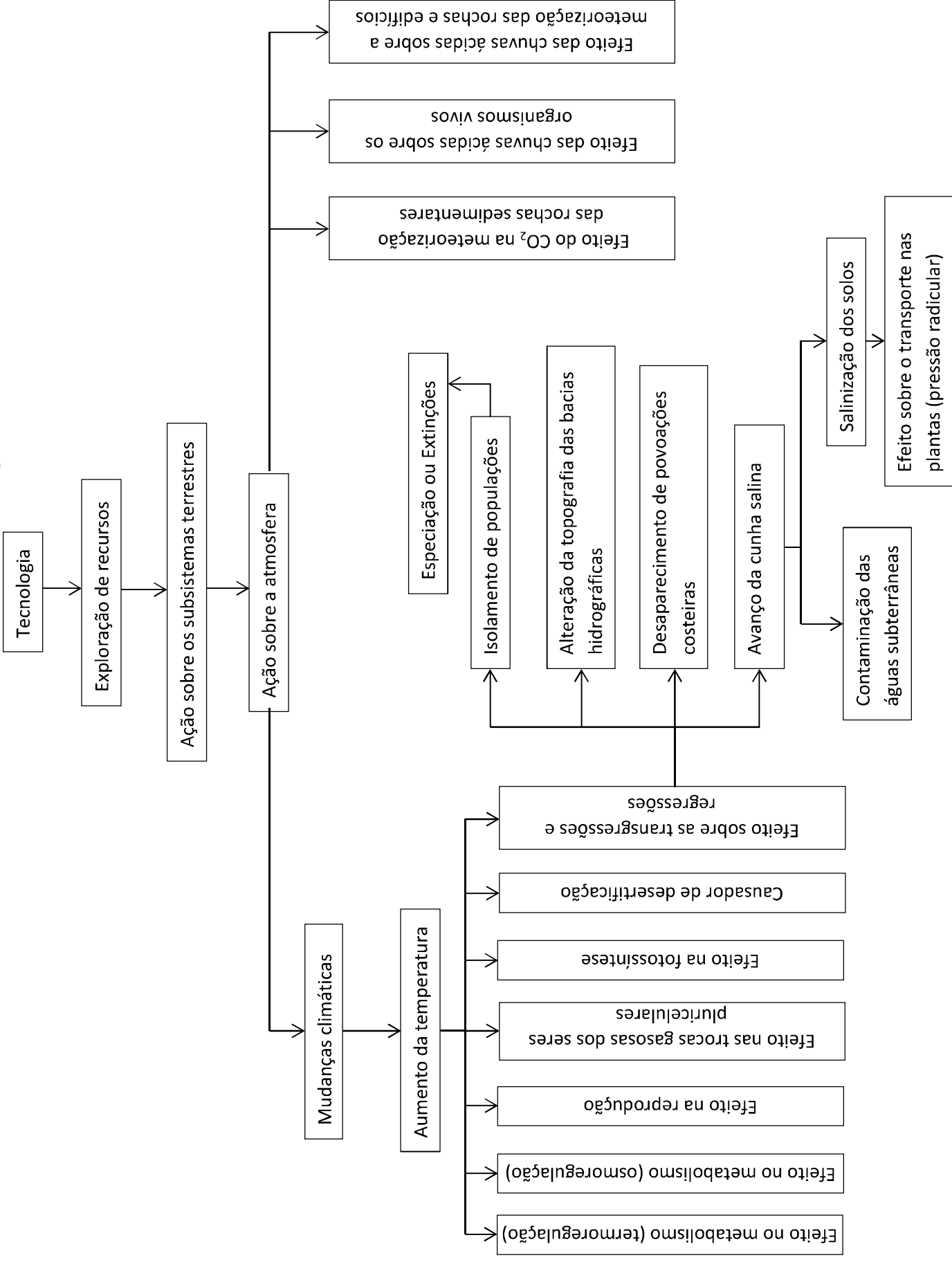
O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	BIOLOGIA	11º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. Reprodução sexuada <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Influência da temperatura na determinação do sexo em algumas espécies → Diminuição da capacidade reprodutiva → Extinção (consequência)
			2. Mecanismos de evolução <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Transgressões/Regressões → Isolamento de populações → Especiação (consequência)

O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	BIOLOGIA	12º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. A Terra antes do aparecimento do Homem Paleoclimas e dinâmica da litosfera <u>Ligação ao tema:</u> Mecanismos astronômicos e geoquímicos (causa) → Mudanças climáticas (consequência)
			2. O Homem como agente de mudanças ambientais Aquecimento global Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais – Contaminação do ambiente Exploração e modificação dos solos Exploração e contaminação das águas <u>Ligação ao tema:</u> (Já discriminado no programa de Geologia do 11º ano)

O HOMEM COMO AGENTE DE MUDANÇA AMBIENTAL	BIOLOGIA	12º ANO	CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
			1. Alterações do material genético Fundamentos da engenharia genética – OGM's <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Desertificação → Criação de plantas resistentes a condições de seca (consequência)
			2. Exploração das potencialidades da Biosfera Cultivo de plantas Controlo de pragas <u>Ligação ao tema:</u> Mudanças climáticas (causa) → Alteração das potencialidades da Biosfera (consequência)
			3. Poluição da atmosfera Contaminantes da atmosfera e seus efeitos fisiológicos <u>Ligação ao tema:</u> Contaminação da atmosfera por poluentes (causa) → Efeitos fisiológicos no Homem (consequência)







ANEXOS

ANEXO I

Garantir a sustentabilidade ambiental

Os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM) reconhecem que os destinos das pessoas e do ambiente estão interligados. Os países mais pobres do mundo estão muito dependentes da agricultura e são muito vulneráveis à degradação ambiental. Ameaças ambientais como o consumo de água contaminada colocam sérios desafios à saúde pública. Os conflitos em torno dos recursos naturais têm dividido algumas sociedades e a urbanização exige uma gestão equilibrada destes recursos. É necessário adoptar, com urgência, políticas de desenvolvimento sustentável e melhorar o planeamento urbanístico, não só para atingir os ODM, mas também para prevenir conflitos em torno dos recursos naturais e, ainda, para prevenir uma degradação ambiental irreversível.

As pessoas mais pobres do mundo encontram-se mais vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas, particularmente ao efeito da degradação ambiental e à falta de acesso a energias limpas e sustentáveis. Estão mais expostas às suas consequências, são mais sensíveis às mudanças e têm menos capacidade de adaptação às novas condições ambientais. Dispõem de poucos meios para fazer as onerosas mudanças necessárias para se protegerem de condições climáticas adversas ou para adoptar novas técnicas agrícolas. Os governos dos países pobres carecem, muitas vezes, de recursos para investir em infra-estruturas que lhes permitam satisfazer as crescentes necessidades nos domínios da água potável, alimentação, abrigo e reabilitação de zonas afectadas pelas alterações climáticas.

O que falta fazer

Os efeitos das alterações climáticas e da degradação dos recursos naturais nas futuras gerações ditam que o mundo deve agir agora. É urgente um plano de acção coordenada que inclua:

- 1.estratégias para a redução das emissões de CO₂, utilizando mecanismos de mercado para mitigar os seus efeitos;
- 2.financiamento de iniciativas de baixas emissões de carbono para os países em desenvolvimento;
- 3.financiamento e apoio aos países pobres na adaptação de estratégias;
- 4.preservação e gestão eficazes para inverter o processo de perda de recursos naturais e reduzir significativamente a perda de biodiversidade;
- 5.investimento para fornecer electricidade e combustíveis limpos para cozinhar;

- 6.desenvolvimento de sistemas de gestão dos recursos naturais e dos ecossistemas assentes na participação e favoráveis aos pobres;
- 7.conclusão das negociações para garantir um resultado satisfatório da Convenção-Quadro sobre Alterações Climáticas, até final de 2009;
- 8.promoção de tecnologias favoráveis ao clima e de adaptação às alterações climáticas;
- 9.aumento das despesas no domínio da água e do saneamento, de modo que passem de 0,5 para pelo menos 1% do PIB;
- 10.melhoramento dos bairros degradados e investimento em habitações dignas e a preços

Retirado de

http://www.objectivo2015.org/inicio/index.php?option=com_content&view=article&id=86&Itemid=210)

ANEXO II

Tabela de Divisões Cronostratigráficas

Fanerozóico										Pré-Cambríco									
Éon	Éra	Sistema	Período	Série	Epoca	Andar	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Éon	Éra	Sistema	Período	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)	Idade (M.a.)
Fanerozóico	Mesozóico	Cretácico	Cretáceo	Superior	Cenomaniano	Campaniano	65,5 ± 0,3	65,5 ± 0,3	65,5 ± 0,3	Fanerozóico	Pré-Cambríco	Proterozoico	Archaico	Archaico	Archaico	Archaico	Archaico	Archaico	Archaico
						Daniano	70,6 ± 0,6	70,6 ± 0,6	70,6 ± 0,6										
				Superior	Maastrichtiano	Campaniano	83,5 ± 0,7	83,5 ± 0,7	83,5 ± 0,7										
						Santoniano	85,8 ± 0,7	85,8 ± 0,7	85,8 ± 0,7										
						Coniaciano	89,3 ± 1,0	89,3 ± 1,0	89,3 ± 1,0										
		Paleoceno	Paleoceno	Superior	Maastrichtiano	Turoniano	91,5 ± 0,8	91,5 ± 0,8	91,5 ± 0,8										
						Cenomaniano	99,6 ± 0,9	99,6 ± 0,9	99,6 ± 0,9										
						Albiano	112,0 ± 1,0	112,0 ± 1,0	112,0 ± 1,0										
						Aptiano	125,0 ± 1,0	125,0 ± 1,0	125,0 ± 1,0										
						Barremiano	130,0 ± 1,5	130,0 ± 1,5	130,0 ± 1,5										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Wangguangiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Huaitiniano	136,4 ± 2,0	136,4 ± 2,0	136,4 ± 2,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
				Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
			Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
			Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
			Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
			Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
			Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
						Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
	Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0										
Permiano						140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Permiano						140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Permiano						140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Permiano						140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Carbonífero			Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
		Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
Paleozóico	Carbonífero	Carbonífero	Superior	Permiano	Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											
					Permiano	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0	140,2 ± 3,0											

ANEXO III



Revista Brasileira de
Engenharia Agrícola e Ambiental
v.12, n.3, p.231-235, 2008
Campina Grande, PB, UAEEAg/UFCG – <http://www.agriambi.com.br>
Protocolo 112.06 – 08/09/2006 • Aprovado em 16/11/2007

Produção de cebola em solo salinizado¹

Maria D. B. Lima² & Leonardo T. Bull³

RESUMO

O uso de águas ou solos com elevada concentração de sais é uma das principais causas de insucesso na produção de muitas culturas razão por que se objetivou, com este trabalho, avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade e de umidade do solo sobre a produção da cebola (cultivar Baia periforme). Para isto, conduziu-se um experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Botucatu, SP, em vasos de 10 L. O solo foi salinizado com NaCl, a fim de elevar o nível de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, de 0,13 para 2; 4; 6 e 8 dS m⁻¹. A cada unidade experimental foram incorporados 15,2 g de termofosfato enriquecido com micronutrientes e, ainda, 1,5 L de matéria orgânica. Os tratamentos de umidade consistiram em se manter o solo nas faixas de 25-50, 50-75 e 75-100% da capacidade de campo. Avaliaram-se altura da planta, diâmetro do pseudocaule e a produção de bulbos. Pelos resultados, concluiu-se que a salinidade do solo inibiu o desenvolvimento vegetativo e a produção de bulbos da cebola. A umidade do solo influenciou o diâmetro e o peso dos bulbos. O consumo de água pelas plantas diminuiu com a elevação da concentração de sais no solo.

Palavras-chave: *Allium cepa*, salinidade, água no solo

Onion production in salinized soil

ABSTRACT

The use of water or soil with a high salt concentration has been the main cause of failure in the yield of many crops. Consequently, this work aimed at evaluating the effects of different salinity levels and soil moisture on onion yield (cultivar Baia periforme). An experiment was conducted in a greenhouse of the Soil Science Department – FCA – UNESP, Botucatu, SP, in pots of 10 L. The soil was salinized with NaCl in order to increase the electrical conductivity of saturation extract of soil from 0.13 to 2; 4; 6 and 8 dS m⁻¹. In each experimental unit 15.2 g of thermophosphate enriched by micronutrients and 1.5 L of organic matter were incorporated. The moisture treatments kept the soil within the limits of 25-50, 50-75 and 75-100 % of field capacity. The plant height the pseudostem diameter and yield of bulbs were evaluated. The results lead to the conclusion that the salinity reduced the vegetative growth and the yield of onion bulbs. Moisture treatment influenced both the diameter and weight of bulbs. The water consumption of the plants decreased with increasing soil salt concentration.

Key words: *Allium cepa*, salinity, water stress

¹ Parte de Tese do primeiro autor apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP

² FESURV, CP 104, CEP 75901-970, Rio Verde, GO. Telefax: (64) 3621-5820. E-mail: lima@fesurv.br

³ FCA/UNESP, Fazenda Lageado, CP 237, CEP 18603-970, Botucatu, SP. Telefax: (14) 6802-7169. E-mail: bull@fca.unesp.br

INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de sais em algumas áreas irrigadas é um problema de ordem mundial. Milhões de hectares de terra em todo o mundo são muito salinos e a cada ano se tornam mais improdutivas, devido à acumulação de sais presentes nas águas de irrigação. O uso de água ou solos com altos níveis de sais é uma das principais causas de insucesso na produção das culturas.

A cebola, *Allium cepa* L., preferida por suas características condimentares e propriedades terapêuticas, é uma das olerícolas mais significativas, do ponto de vista de volume de consumo e valor econômico.

No Nordeste brasileiro o cultivo da cebola representa expressiva fonte de renda para os agricultores das áreas irrigadas do Médio São Francisco. O impacto da salinidade do solo sobre a produtividade agrícola se torna fator limitante nessas áreas, que dependem da irrigação para um suprimento adequado de água às culturas. Os problemas de salinização desses solos contribuem para a redução acentuada do crescimento e produtividade de culturas desenvolvidas nessas regiões.

A sensibilidade às condições de estresse salino é variável de acordo com a espécie e a fase de germinação de cada cultura. Dias et al. (2003) consideram a germinação e o desenvolvimento inicial, as fases mais sensíveis aos efeitos da salinidade, porém Millar (1984) define como período mais crítico o início da formação dos bulbos de cebola. Wannemaker & Pike (1987) não encontraram diferença significativa nas taxas de germinação entre cultivar de cebola ou níveis de sais nos tratamentos que receberam 0,0 a 25,0 dS m⁻¹.

De acordo com Lima (1997), a redução na absorção de água, a toxicidade de íons específicos e os efeitos indiretos dos sais nos processos fisiológicos, são fatores responsáveis pela redução do crescimento das plantas. Segundo Ayers & Westcot (1999), o rendimento das culturas cai significativamente quando o teor de sais na solução do solo prejudica a absorção de água e nutrientes pelas culturas, resultando em perdas no crescimento, desenvolvimento e produção (Lacerda, 2005; Gheyi et al., 2005). Em geral, esses decréscimos estão associados à redução na capacidade fotossintética devido ao declínio na condutância estomatal (Ziska et al., 1990; Sousa, 2006).

O trabalho teve por objetivo avaliar o rendimento da cultura de cebola, níveis de salinidade, em solo com diferentes, faixas de umidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – “Campus” de Botucatu, SP; o solo

utilizado é classificado como Neossolo Flúvico distrófico (EMBRAPA, 1999), coletado na camada superficial (0-30 cm), em área pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP – Campus de Botucatu, SP; as análises químicas e da textura do solo são apresentadas na Tabela 1.

As mudas da cebola (*Allium cepa*), cultivar Baia periforme, foram transplantadas aos 75 dias após a semeadura; esta variedade apresenta, como características, bulbo de formato periforme, pescoço fino, película de cor amarela e tolera longo período de armazenamento (Mascarenhas, 1980).

O volume de água foi aplicado com base na pesagem diária dos vasos, a fim de repor a água evapotranspirada de cada tratamento predeterminada em função da água disponível (capacidade de campo – ponto de murcha permanente) e da curva característica de umidade do solo, observando-se a faixa de umidade para cada tratamento. Por outro lado, o peso das plantas nos vasos foi estimado em função da pesagem de plantas de cebola (indicadoras) conduzidas ao lado e nas mesmas condições ambientais das demais, para avaliar o peso da planta no decorrer do experimento, em função do seu crescimento.

O experimento consistiu de delineamento inteiramente casualizado, em um fatorial 5 x 3, correspondendo aos níveis de salinidade (5) e faixas de umidade do solo (3), e foi instalado em quarenta e cinco vasos plásticos com capacidade para 10 L recebendo, cada vaso, 8,0 kg de solo seco passado em peneira com malha de 4 mm, adubado com 15,2 g de termofosfato enriquecido com micronutrientes (Yoorin Master) e ainda 1,5 L de matéria orgânica.

A cada tratamento foram acrescentados 2,50, 9,57, 16,67 e 23,70 g de NaCl para a salinização; as respectivas doses do sal foram determinadas mediante teste realizado previamente, visando elevar a condutividade elétrica do solo inicial, de 0,13 (testemunha), para valores de condutividade elétrica do extrato de saturação 2, 4, 6 e 8 dS m⁻¹, respectivamente.

Após a salinização os vasos foram irrigados com o propósito de atingir a capacidade de campo do solo; em seguida, foram cobertos com plástico e deixados em incubação durante duas semanas, procedendo-se depois ao transplante das mudas de cebola; semanalmente, foram avaliados o diâmetro do pseudocaule e a altura da planta medindo-se o comprimento, desde o solo até a extremidade da maior folha; enfim, para a análise estatística considerou-se apenas a última mensuração, aos 97 dias após o transplante.

A colheita das plantas (iniciada aos 98 dias após o transplante) se deu em datas distintas, em função da maturação (estado) em períodos diferentes obtendo-se, nesta ocasião, o peso total das plantas (ramas + bulbos); após o período de cura, reavaliado à sombra e em temperatura ambiente, procedeu-se à nova pesagem, separando-se o bulbo da parte aérea de cada planta.

A eficiência do uso da água foi definida pela relação entre a produção de matéria seca (g) da parte aérea por vaso e

Tabela 1. Atributos químicos e granulometria do solo utilizado no experimento

pH em CaCl ₂	M.O. g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	H ⁺ +Al ³⁺	K ⁺	Ca ²⁺ mmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺	SB	CTC	V %	Areia	Silte	Argila
4,9	7	3	15	1,4	7	3	11,4	26,4	43	144	24	832

M.O. – matéria orgânica; SB – Soma de bases (K + Ca + Mg); CTC – capacidade de troca de cátions

o volume total de água (L) por vaso aplicado durante a condução do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resumos das análises de variância (Tabela 2) tem-se que a interação salinidade do solo x níveis de umidade não exerceu efeitos significativos sobre o número de folhas emitidas, crescimento em altura e diâmetro da haste das plantas. Por outro lado, a salinidade do solo interferiu significativamente sobre as respectivas variáveis. Ao se considerar que a cebola é sensível aos efeitos dos sais (Ayers & Westcot, 1999), constata-se maior expressividade da ação da salinidade do solo que dos níveis de umidade do solo, uma vez que apenas o número de folhas emitidas respondeu significativamente à ação da umidade do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos parâmetros, número de folhas por planta, altura da planta e diâmetro da haste

Causas da variação	GL	N. folha por planta	Altura da planta	Diâmetro da haste
Salinidade (S)	4	1,667**	1952,2**	34,466**
Umidade (U)	2	0,105*	14,5ns	0,460ns
Interação (SxU)	8	0,048ns	49,98ns	0,914ns
Resíduo	30	0,026	25,08	1,0
CV %	7	11	11	11

**, * – Significativo, respectivamente, a nível de 1 e 5 % pelo teste F; ns – não significativo

O aumento da salinidade do solo reduziu linearmente o número de folhas das plantas (Figura 1A); este efeito foi mais drástico no tratamento de menor umidade do solo (25-50% da CC) e maior nível salino (8 dS m⁻¹) promovendo declínio de 58% em relação ao tratamento de menor salinidade (0,13 dS m⁻¹); esses resultados estão de acordo com os de Lacerda et al. (1998) ao constatarem que, com a redução de umidade do solo, os efeitos salinos se tornaram mais prejudiciais ao sorgo granífero e ao feijão guandu.

Inferre-se que, de certa forma, há tendência de compensação de efeitos de umidade sobre a salinidade, ou seja, o número de folhas foi maior no nível de umidade mais elevado, o que pode ser atribuído a uma diluição na concentração salina do solo, pela maior quantidade de água, reduzindo os efeitos prejudiciais da salinidade.

Os diâmetros do pseudocaule no estágio final da cultura (Figura 1B), e a altura da planta (Figura 1D), também foram fortemente inibidos com o aumento do teor de sais na solução do solo.

O decréscimo no diâmetro do pseudocaule sob incremento de 2,0 dS m⁻¹ foi, respectivamente, de 43,5, 40,5 e 37%, para as faixas de umidade entre 25-50, 50-75 e 75-100% da capacidade de campo, indicando a interferência, de forma positiva, da umidade, no ajuste da planta ao aumento da concentração salina no solo. O comportamento dos dados está de acordo com Mangal & Lal (1988) ao registrarem severa redução na altura e no número de folhas por planta e desenvolvimento de raízes em cebola, com o aumento do nível de salinidade do solo.

Com o resumo das análises de variância referentes ao diâmetro, comprimento e peso dos bulbos, verifica-se ação mais

significativa da interação salinidade do solo x umidade do solo nas variáveis de produção (Tabela 3) que nas de crescimento da cultura (Tabela 2).

Tabela 3. Resumo das análises de variância dos diâmetros e peso dos bulbos de cebola

Causas da variação	GL	Diâmetro do bulbo	Comprimento do bulbo	Peso do bulbo
Salinidade (S)	4	1554,17**	2031,64**	38861,4*
Umidade (U)	2	79,48**	116,52*	716,7ns
Interação (SxU)	8	28,13*	79,00*	549,9ns
Resíduo	30	11,00	25,25	353,7
CV %	12	13	27	27

**, * – Significativo, respectivamente, a nível de 1 e 5 % pelo teste F; ns – não significativo

O aumento da salinidade na solução do solo também prejudicou o desenvolvimento dos bulbos da cebola (Figuras 1C e 1E). Pelas tendências dos dados do diâmetro transversal se percebem marcantes diferenças entre os tratamentos referentes à interação salinidade do solo x umidade do solo. Quanto à umidade do solo, nota-se que o aumento interferiu positivamente no diâmetro para os tratamentos mais próximos à capacidade de campo, uma vez que promove efeito diluidor dos sais (Cavalcante & Cavalcante, 2006), situação em acordo com Galbiatti & Castellane (1990) ao registrarem menor altura de planta, menor número de folhas por planta e também menor produtividade, quando foram repostos menos que 100% da evapotranspiração diária nas irrigações durante o ciclo da cultura de cebola.

O aumento do teor de sais no solo reduziu significativamente o comprimento do bulbo de cebola (Figura 1C). No tratamento com umidade na faixa de 25-50% CC, a redução foi de 81,85%. Bernstein & Ayers apud Mangal et al. (1989) detectaram redução de 50% na produção de bulbos de cebola para condutividade elétrica do solo igual a 4,1 dS m⁻¹ sugerindo, como limite de tolerância à salinidade, 3,47 dS m⁻¹, para produção de bulbos de cebola.

Pela classificação dos bulbos com base no diâmetro transversal indicada na Tabela 4, notou-se que os tratamentos VIII

Tabela 4. Número de bulbos normais classificados segundo o diâmetro transversal

Tratamentos	4,0 - 5,5	2,5 - 4,0	< 2,5	Total
Umidade e dS m ⁻¹	cm	cm	cm	
I (25-50% e CE=0,13)	6	3	0	9
II (50-75% e CE=0,13)	8	1	0	9
III (75-100% e CE=0,13)	8	1	0	9
IV (25-50% e CE=2,0)	4	5	0	9
V (50-75% e CE=2,0)	4	5	0	9
VI (75-100% e CE=2,0)	3	6	0	9
VII (25-50% e CE=4,0)	0	1	8	9
VIII (50-75% e CE=4,0)	9	0	0	9
IX (75-100% e CE=4,0)	9	0	0	9
X* (25-50% e CE=6,0)	0	0	6	6
XI* (50-75% e CE=6,0)	0	0	7	7
XII* (75-100% e CE=6,0)	0	4	4	8
XIII* (25-50% e CE=8,0)	0	0	4	4
XIV* (50-75% e CE=8,0)	0	0	6	6
XV (75-100% e CE=8,0)	0	0	9	9

* Apresentaram charutos

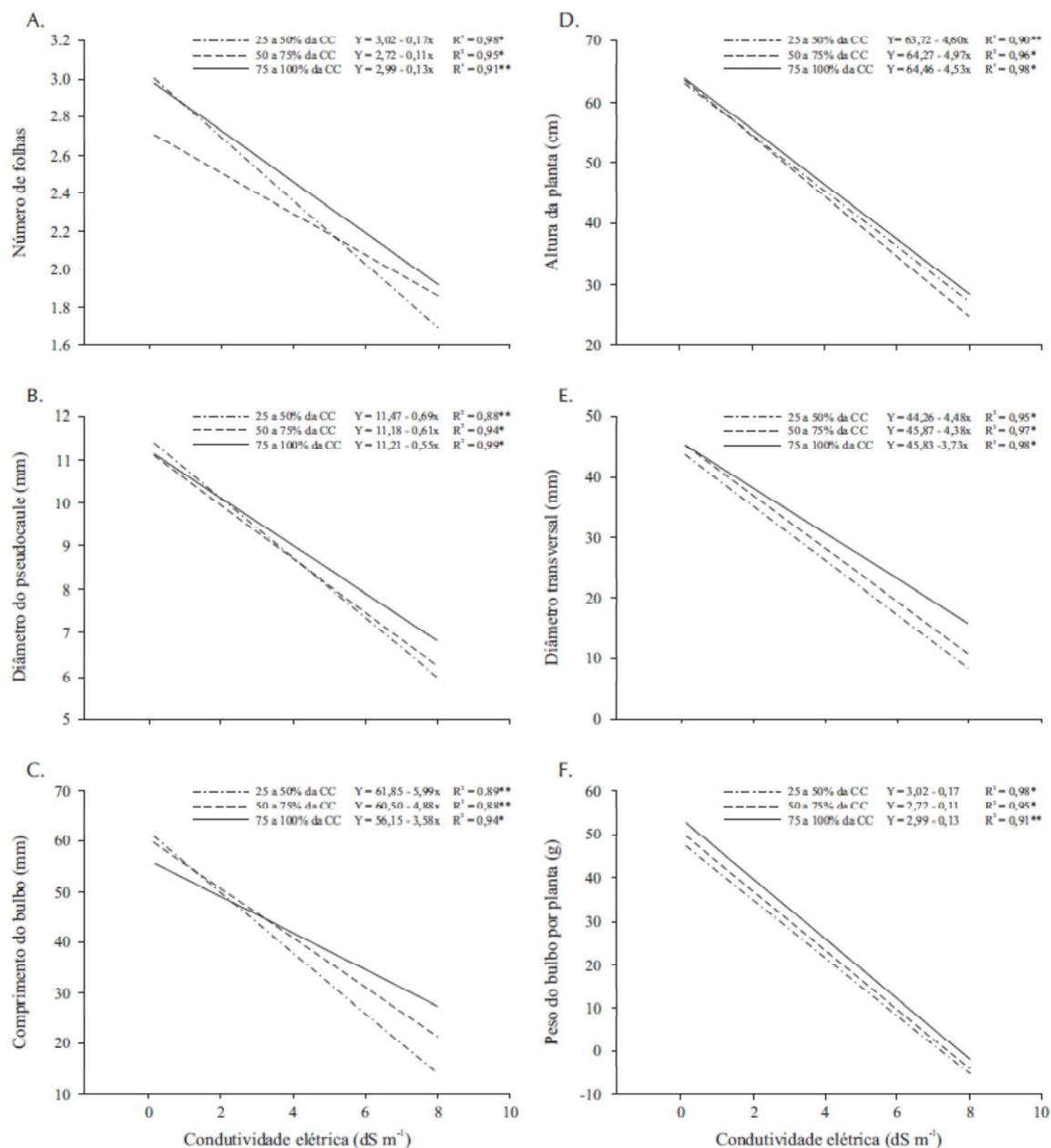


Figura 1. Número de folhas (A); diâmetro do pseudocaule (mm) (B); comprimento do bulbo (mm) (C); altura da planta (cm) (D); diâmetro do bulbo (mm) (E) e peso do bulbo (g) (F) em função da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo e umidade do solo

e IX, correspondentes a $CE = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$ e 50-75 e 75-100% CC, tiveram maior produção de bulbos com diâmetros entre 4,0 a 5,5 cm. Bulbos com diâmetros transversais de 4 a 8 cm, formas arredondadas ou bojudas, têm a preferência dos consumidores, que adotaram referidas características como as de maior valor comercial (Gandim et al., 1994), e cujos resultados indicaram a $CE = 4,0 \text{ dS m}^{-1}$ como limite à produção

de bulbos de cebola em boas condições de umidade do solo.

A Figura 2 representa a eficiência de uso da água pelas plantas de cebola; observa-se que o volume de água utilizado pelas plantas diminuiu conforme aumentou a concentração de sais na solução do solo, indicando que o estresse salino induz ao menor consumo de água, em consequência da redução de crescimento (Rhoades & Loveday, 1990).

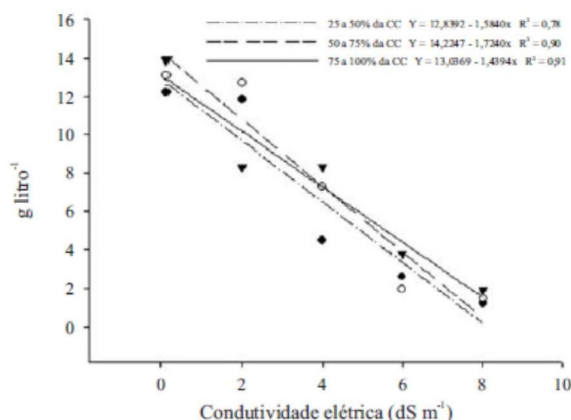


Figura 2. Eficiência de utilização de água (g L^{-1}) por plantas de cebola em função da concentração de sais na parte aérea

CONCLUSÕES

1. O aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo inibiu o desenvolvimento vegetativo da cebola, reduziu o número de folhas por planta, o diâmetro do pseudocaule, a altura da planta, e o peso e o diâmetro dos bulbos, independente do nível de umidade do solo.
2. A salinidade do solo promoveu redução do consumo de água pelas plantas.
3. O limite de tolerância à salinidade para produção de bulbos de cebola foi de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

LITERATURA CITADA

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29, revisado 1
- Cavalcante, L. F.; Cavalcante, I. H. L. Uso da água salina na agricultura. In: Cavalcante, L.; Lima, E. M. (ed.). Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal: FUNEP. 2006. cap.I, p.1-9.
- Dias, N. S.; Gheyi, H. R.; Duarte, S. N. Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais. Piracicaba: ESALQ/USP, 2003. 118p. Série Didática,13
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

- Galbiatti, J. A.; Castellane, P. D. Efeito da irrigação e das adubações mineral e orgânica na cultivar de cebola piralopes, 1987. Horticultura Brasileira, v.8, n.1, p.24, 1990.
- Gandim, C. L.; Guimarães, D. R.; Thomazelli, L. F. Caracterização de quatro cultivares de cebola lançadas em Santa Catarina, Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.29, n.12, p.1941-1945, 1994.
- Gheyi, H. R.; Correia, K. G. Fernandes, P. D. Salinidade do solo e crescimento e desenvolvimento das plantas. In: Nogueira, R. J. M. C.; Araújo, E. de L.; Willadino, L. G.; Cavalcante, U. M. T. (ed.). Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas. Recife: UFPE, 2005, p.138-154.
- Lacerda, C. F. Interação salinidade x nutrição mineral. In: Nogueira, R. J. M. C.; Araújo, E. de L.; Willadino, L. G.; Cavalcante, U. M. T. (ed.). Estresses ambientais: Danos e benefícios em plantas. Recife: UFPE, 2005, p.127-137.
- Lacerda, D. A.; Cavalcante, L. F.; Feitosa Filho, J. C.; Vieira, J. E.; Cavalcante, I. H. L.; Santos, C. J. O. Dispersão de argila e acúmulo de sais em dois solos não salinos irrigados com água salgada. Anais do Curso de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, v.20, p.11-22, 1998.
- Lima, L. A. Efeito de sais no solo e na planta. In: Gheyi, H. R.; Queiroz, J. E.; Medeiros, J. M. (ed.). Manejo e controle da salinidade da agricultura. Campina Grande: UFPB; SBEA, 1997. p.113 -136.
- Mangal, J. L.; Lal, S. Salt tolerance behaviour of Kharif onion variety N.53. Haryana Journal Horticultural Science, v.17, n.1-2, p.78-82, 1988.
- Mangal, J. L.; Lal, S.; Hooda, P. S. Salt tolerance of onion seed crop. Journal Horticultural Science, v.64, n.4, p.475-477, 1989.
- Mascarenhas, M. H. T. Cultivares de cebola. Informe Agropecuário, v.6, n.62, p.17-20, 1980.
- Millar, A. A. Manejo racional da irrigação: uso de informações básicas sobre diferentes culturas. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 1984. 56p.
- Rhoades, J. D.; Loveday, J. Salinity in irrigated agriculture. In: Stewart, D. R.; Nielsen, D. R. (ed) Irrigation of agricultural crops. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1990. p.1089-1142. Agronomy, 30
- Sousa, G. B. Interação biofertilizante x salinidade x volume de substrato na germinação e crescimento inicial do maracujazeiro-amarelo. Areia: UFPB, 2006. 78p. Dissertação Mestrado
- Wannamaker, M. J.; Pike, L. M. Onion responses to various salinity levels. Journal of American Society Horticultural Science, v.112, n.1, p.49-52, 1987.
- Ziska, L. H.; Seemann, J. R.; de Jong, T. M. Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species. Plant Physiology, v.93, p.864-70, 1990.

ANEXO IV

V Simpósio Nacional de Olivicultura - Santarém, 24 a 26 de Setembro de 2009

Estudo preliminar dos efeitos do aquecimento global sobre a floração da oliveira em Portugal

J.P. Melo-Abreu¹, A.M. Cordeiro², B.M. Rogado³, V. Cabrinha⁴ & A.M. Ramos⁵

¹Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal, jpabreu@isa.utl.pt

²INRB, L-INIA, Unidade de Recursos Genéticos, Ecofisiologia e Melhoramento de Plantas, Estrada de Gil Vaz s/n, Apartado 6, 7350-951 Elvas, Portugal

³DRAPLVT, Apartado 477, 2001-906 Santarém, Portugal

⁴Instituto de Meteorologia, Rua C do Aeroporto, 1749-077 Lisboa, Portugal

⁵Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Qta. Sra de Mércules, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

Resumo

O desenvolvimento fenológico da oliveira é importante para estudar a sua adaptabilidade, para a gestão e para a modelação do crescimento e produção do olival. No entanto, muitos estudos que prevêm a data de floração da oliveira não consideram as necessidades de frio, que são baixas, mas que podem não ser satisfeitas, em alguns anos, em climas mais amenos ou quando o aquecimento global se faz sentir.

Em estudo anterior De Melo-Abreu et al. (2004) desenvolveu-se um modelo que permite prever a data de floração de algumas cultivares. Trata-se de um modelo em duas fases. Na primeira, acumulam-se unidades de frio segundo um modelo que tem quatro parâmetros. A segunda, simula a forçagem dos gomos florais, utilizando a soma de temperaturas acima da temperatura base. Verificou-se também que os parâmetros do modelo de acumulação de frio, excepto a soma das unidades de frio, são conservativos para todas as cultivares estudadas. Utilizou-se um algoritmo especialmente desenvolvido para determinar a soma de unidades de frio necessárias para a quebra da dormência dos gomos florais e a soma de temperatura correspondente à fase de forçagem. O modelo assim calibrado é utilizado para prever o impacto do aquecimento global nas datas de floração das oliveiras 'Arbequina', 'Gordal', 'Hojiblanca', 'Manzanilla', 'Moraiolo', 'Picual' e 'Verdial' para quatro localizações representativas das principais regiões olivícolas portuguesas.

O tempo presente foi representado por séries de 19 a 30 anos de temperaturas máximas e mínimas diárias (Cen0). Criaram-se três cenários de alteração climática consubstanciados por aumentos da temperatura em 1°C (Cen1), 2°C (Cen2) e 3°C (Cen3), tanto nas máximas como nas mínimas.

Em Vila Real, as projecções indicam avanços crescentes da data de floração, de 11 a 12 dias no Cen1 até 33 a 37 dias no Cen3. Em Castelo Branco, as projecções indicam avanços crescentes da data de floração, indo de 11 a 13 dias no Cen1 até 23 a 36 dias no Cen3. Em ambas as localizações, não se prevêm florações anormais ou inexistentes devido à falta de frio.

Em Beja, as projecções indicam que os avanços entre os Cen1 e Cen2 são modestos, que a 'Moraiolo' não tem uma floração normal no Cen2 e que todas as cultivares estudadas têm anos com florações anormais ou inexistentes no Cen3.

Em Faro, existem atrasos muito grandes na floração em todos os cenários, não havendo floração normal em muitos anos. No Cen3, as projecções indicam que as florações seriam anormais ou inexistentes em quase todos os anos.

Os resultados obtidos permitem assistir o olivicultor na decisão de incluir ou não algumas cultivares em novos olivais.

Palavras-chave: oliveira, *Olea europaea* L., necessidades de frio, tempo térmico, dormência, aquecimento global.

Abstract

Preliminary study of the effects of global warming upon the flowering of the olive tree

Phenological development of the olive tree is important for studying its adaptability, for management and simulation of growth and yield of olive orchards. Nevertheless, most studies that predict the date of flowering of the olive do not consider its chilling requirements, that are low, but may not be satisfied in some years, under mild climates or when global warming takes effect.

In a previous study De Melo-Abreu et al. (2004) a model designed to predict the date of flowering was presented along with appropriate parameters for some cultivars. It is a two phase model. In the first phase, chilling accumulation takes place using a four parameter sub-model for determination of chilling units. In the second phase, known as the forcing phase, that starts after chilling requirements were attained and bud-break was due to occur, temperature sum above a base temperature is used to simulate development. Furthermore, it was established that all the parameters for the chilling accumulation, except the required chilling units, are conservative for all cultivars that were studied.

A custom-tailored algorithm was constructed for the determination of the total sum of chilling units for bud-break and for the temperature sum necessary for the forcing phase. The resulting calibrated model is used for the prediction of the impact of global warming in the dates of flowering of the olive trees 'Arbequina', 'Gordal', 'Hojiblanca', 'Manzanilla', 'Moraiolo', 'Picual' and 'Verdial' for the four locations that are representative of the main olive producing regions in Portugal.

The present climate is represented by a series of 19 and 30 years of maximum and minimum daily temperatures (Cen0). Three scenarios of climate change were considered. Cen1, Cen2 and Cen3 correspond, respectively, to increases of 1°C, 2°C and 3°C to both maximum and minimum temperatures.

In Vila Real, projections indicate successive advances in the date of flowering, from 11 to 12 days in Cen1 until 33 to 37 days in Cen3. In Castelo Branco, the projections indicate advances of flowering date from 11 to 13 days in Cen1 until 23 to 36 days in Cen3. In both locations, no faulty or abnormal flowering were anticipated.

In Beja, the o projections indicate that advances in the date of flowering for Cen1 and Cen2 are modest, that 'Moraiolo' has a single event of faulty or abnormal flowering in Cen2 and that all cultivars that were studied have years with faulty or abnormal flowerings in Cen3.

In Faro, important delays in the date of flowering were anticipated in all scenarios, and in many years flowering is absent or abnormal. In Cen3, the projections indicate that flowering is likely to be absent or abnormal in almost all years. The results that were obtained are an indication that may help the farmer to include or reject cultivars in future olive orchards.

Keywords: olive, *Olea europaea* L., chilling requirements, thermal time, dormancy, global warming.

Introdução

Os olivais ocupam 2,6 Mha na Península Ibérica e 0,5 Mha em Portugal. A olivicultura portuguesa contribui com cerca de 5% para o produto agrícola nacional (De Melo-Abreu, 2004; Pinto, 2004).

A previsão das fases fenológicas da oliveira é importante para estudar a sua adaptabilidade, no combate a pragas e doenças e outros actos de gestão do olival, na previsão das colheitas, na previsão da concentração de pólen no ar e na aplicação dos modelos de crescimento.

Os modelos de previsão da floração são ferramentas imprescindíveis para a análise das consequências das alterações climáticas no futuro da olivicultura. O fotoperíodo não tem um efeito significativo na produção de flor e seu vingamento, mas as baixas temperaturas são essenciais para uma floração normal.

A iniciação floral ocorre no fim do verão e no início do Outono, como é o caso de muitas outras fruteiras (Rallo & Martin, 1991), e a quebra da dormência dos gomos florais ocorre quando as plantas são expostas a um período suficiente de frio. Antes da quebra da dormência dos gomos florais, parte do efeito do frio pode ser anulado devido a temperaturas relativamente elevadas. Depois da quebra de dormência, o tempo para a ocorrência da floração diminui quando aumenta a temperatura.

No entanto, muitos estudos que prevêem a data de floração da oliveira não consideram as necessidades de frio, que são baixas, mas que podem não ser satisfeitas, em alguns anos, em climas mais amenos ou quando o aquecimento global se faz sentir.

Neste trabalho combinamos um novo modelo de desenvolvimento fenológico, que foi desenvolvido por esta equipa (De Melo-Abreu et al., 2004), com séries longas de temperaturas do ar e cenários de alteração da

temperatura para prever o impacto do aquecimento global nas datas de floração e eventualmente na ocorrência de florações anómalas da oliveira em Portugal.

Material e Métodos

As simulações foram feitas para Vila Real de Trás-os-Montes, Castelo Branco, Beja e Faro, utilizando entre 19 e 30 anos de temperaturas máximas e mínimas diárias do ar para definir o tempo presente (Cen0). Criam-se 3 cenários de alteração climática aumentando simultaneamente as temperaturas máxima e mínima em 1°C (Cen 1), 2°C (Cen 2) e 3°C (Cen3).

As oliveiras estudadas foram: 'Arbequina', 'Gordal', 'Hojiblanca', 'Manzanilla', 'Moraiolo', 'Picual' e 'Verdial'. Não foram estudadas outras cultivares muito utilizadas em Portugal, visto que não existem dados em quantidade suficiente para fazer uma análise semelhante.

O modelo utilizado tem uma parte que simula a acumulação de frio e uma fase de forçagem. Utilizando as temperaturas horárias, as unidades de frio (CU) são calculadas de acordo com o modelo (De Melo-Abreu et al., 2004) (fig. 1). A equação correspondente ao modelo é apresentada na fig. 2. Como se pode verificar, o modelo tem quatro parâmetros: T_h é a temperatura horária do ar (°C), T_m é a temperatura ótima para a acumulação de frio (°C) e T_x (°C) é a temperatura a partir da qual um número constante (a) de unidades de frio se anulam. T_m , T_x e a são respectivamente 7,3°C; 20,7°C e -0,54 CU. O valor inferior a partir do qual começa a haver acumulação de frio foi fixado em 0°C, de acordo com os dados de calibração utilizados, para se reduzir o número de parâmetros. Os parâmetros foram calculados no trabalho citado numa extensa base de dados, que incluía informação de Portugal e de Espanha.

Quando se atinge a soma de CU, que é específica de cada cultivar, passa-se à fase de forçagem. Nesta fase, a simulação é feita pela acumulação de temperatura acima da temperatura base (9,1°C).

Resultados e Discussão

Em Vila Real, as projecções indicam avanços crescentes da data de floração, de 11 a 12 dias no Cen1 até 33 a 37 dias no Cen3 (quadro 1). Em Castelo Branco, as projecções indicam avanços crescentes da floração, de 11 a 13 dias no Cen1 até 23 a 36 dias no Cen3 (quadro 2). Em ambas as localizações não se prevêem florações anormais ou inexistentes devidas à falta de frio.

Em Beja, as projecções indicam que os avanços na data de floração entre os cenários Cen1 e Cen2 são modestos, que a cultivar 'Moraiolo' não tem uma floração normal no Cen2, e que todas as cultivares estudadas têm anos com florações anormais ou inexistentes no Cen3 (quadro 3).

Em Faro, existem atrasos muito grandes na floração em todos os cenários, não havendo floração normal em muitos anos. No Cen3 as projecções

indicam que as florações seriam anormais ou inexistentes em quase todos os anos (quadro 4).

Os valores da data média de floração são simulados, pelo que algumas datas médias podem estar um pouco deslocadas. Ora, no caso vertente, o que interessa mais é realçar as diferenças de comportamento das cultivares relativamente às necessidades de frio. Este modelo, como todos os modelos, pode não ser perfeito ou os valores das séries longas de temperaturas máximas e mínimas que foram utilizados podem já não reflectir o clima actual. No entanto, a informação sobre as datas de floração reais é muito escassa. Alguns trabalhos, contudo, podem dar alguma orientação sobre este assunto (Cordeiro & Martins, 2002; Cordeiro et al., 2002, 2006).

Como se pode verificar nos quadros acima, quando a temperatura numa região é relativamente baixa, ligeiros aumentos de temperatura tendem a provocar avanços da floração. No entanto, nas situações em que a temperatura é elevada ab initio ou através do aquecimento global, começa-se por assistir a atrasos da floração até que as florações começam a ser anormais ou deixam de ocorrer.

No entanto, a diversidade genética é grande no tocante às necessidades de frio, o que faz prever que se podem obter cultivares menos exigentes em frio por selecção e/ou melhoramento.

O aumento da temperatura, em geral, antecipa a data de floração, mas o oposto também pode ocorrer.

Nos cenários mais severos, algumas cultivares deixam de ter florações normais.

Felizmente, existe no pool genético diversidade suficiente que poderá permitir o desenvolvimento de cultivares com menores necessidades de frio.

A oliveira, à semelhança de outras árvores e arbustos que têm necessidades de frio, não podem ser utilizadas como indicadores do aquecimento global.

Referências

- Cordeiro, A.M. & Martins, P. 2002. Épocas de floração de variedades de oliveira na região de Elvas. *Melhoramento*, 38:205-214.
- Cordeiro, A.M., Ramos, A., Martins, P., Matias, H., Rogado, B., Silva, M. & Calado, L. 2002. Épocas de floração de variedades de oliveira em diferentes regiões olivícolas. *Melhoramento*, 38:215-222.
- Cordeiro, A.M., Ramos, A., Martins, P.C.S., Matias, H., Rogado, B. & Silva, M. 2006. "Épocas de floração de cultivares de oliveira (*Olea europaea* L.) em Castelo Branco, Elvas e Santarém. *Actas do III Simpósio Nacional de Olivicultura*, 79-85.
- De Melo-Abreu, J.P., Barranco, D., Cordeiro, A.M., Tous, J., Rogado, B.M., & Villalobos, F. 2004. Modelling olive flowering date using chilling for dormancy release and thermal time. *Agricultural and Forest Meteorology* 125 (1-2):117-127.

Pinto, L. 2004. O Olival em Portugal. Voz da Terra, Abril, p. 9-16.
Rallo, L. & Martin, G.C. 1991. The role of chilling in releasing olive floral buds from dormancy. Journal of the American Society for Horticultural Science 116:1058-1062.

Quadro 1. Data média de floração (Cen0), avanços em dias para os três cenários estudados, número de anos de temperaturas máximas e mínimas, e número de anos com florações anormais ou inexistentes (Fl Def) em Vila Real.

	Data* (Cen0)	Avanço (Cen1)	Avanço (Cen2)	Avanço (Cen3)	Nº Anos	Fl Def (Cen0)	Fl Def (Cen1)	Fl Def (Cen2)	Fl Def (Cen3)
Arbequina	16-Jun	12	24	37	25	0	0	0	0
Gordal	17-Jun	12	23	35	25	0	0	0	0
Hojiblanca	19-Jun	11	23	34	25	0	0	0	0
Manzanilla	16-Jun	12	24	36	25	0	0	0	0
Moraiolo	20-Jun	11	22	33	25	0	0	0	0
Picual	17-Jun	12	24	35	25	0	0	0	0
Verdial	18-Jun	11	23	33	25	0	0	0	0

*Valores simulados. Os valores reais podem ser um pouco diferentes.

Quadro 2. Data média de floração (Cen0), avanços em dias para os três cenários estudados, número de anos de temperaturas máximas e mínimas, e número de anos com florações anormais ou inexistentes (Fl Def) em Castelo Branco.

	Data* (Cen0)	Avanço (Cen1)	Avanço (Cen2)	Avanço (Cen3)	Nº Anos	Fl Def (Cen0)	Fl Def (Cen1)	Fl Def (Cen2)	Fl Def (Cen3)
Arbequina	27-Mai	13	26	36	19	0	0	0	0
Gordal	28-Mai	12	24	34	19	0	0	0	0
Hojiblanca	30-Mai	11	22	33	19	0	0	0	0
Manzanilla	28-Mai	12	23	23	19	0	0	0	0
Moraiolo	31-Mai	11	20	28	19	0	0	0	0
Picual	28-Mai	12	23	34	19	0	0	0	0
Verdial	30-Mai	11	21	32	19	0	0	0	0

*Valores simulados. Os valores reais podem ser um pouco diferentes.

Quadro 3. Data média de floração (Cen0), avanços em dias para os três cenários estudados, número de anos de temperaturas máximas e mínimas, e número de anos com florações anormais ou inexistentes (Fl Def) em Beja.

	Data* (Cen0)	Avanço (Cen1)	Avanço (Cen2)	Avanço (Cen3)	Nº Anos	Fl Def (Cen0)	Fl Def (Cen1)	Fl Def (Cen2)	Fl Def (Cen3)
Arbequina	19-Mai	12	24	32	30	0	0	0	0
Gordal	25-Mai	12	19	20	30	0	0	0	5
Hojiblanca	25-Mai	13	22	24	30	0	0	0	4
Manzanilla	22-Mai	13	24	29	30	0	0	0	2
Moraiolo	27-Mai	10	15	15	30	0	0	4	14
Picual	23-Mai	13	23	27	30	0	0	0	3
Verdial	25-Mai	12	19	20	30	0	0	0	5

*Valores simulados. Os valores reais podem ser um pouco diferentes.

Quadro 4. Data média de floração (Cen0), avanços em dias para os três cenários estudados, número de anos de temperaturas máximas e mínimas, e número de anos com florações anormais ou inexistentes (Fl Def) em Faro.

	Data* (Cen0)	Avanço (Cen1)	Avanço (Cen2)	Avanço (Cen3)	Nº Anos	Fl Def (Cen0)	Fl Def (Cen1)	Fl Def (Cen2)	Fl Def (Cen3)
Arbequina	13-Fev	4	-2	*	30	0	0	10	28
Gordal	18-Fev	1	-9	*	30	0	3	15	28
Hojiblanca	24-Fev	-1	-17	*	30	0	7	23	28
Manzanilla	17-Fev	0	-7	*	30	0	3	20	28
Moraiolo	11-Mar	-14	-68	*	30	2	18	29	28
Picual	21-Fev	-1	-10	*	30	0	6	22	28
Verdial	28-Fev	-7	-69	*	30	0	11	26	28

*Valores simulados. Os valores reais podem ser um pouco diferentes.

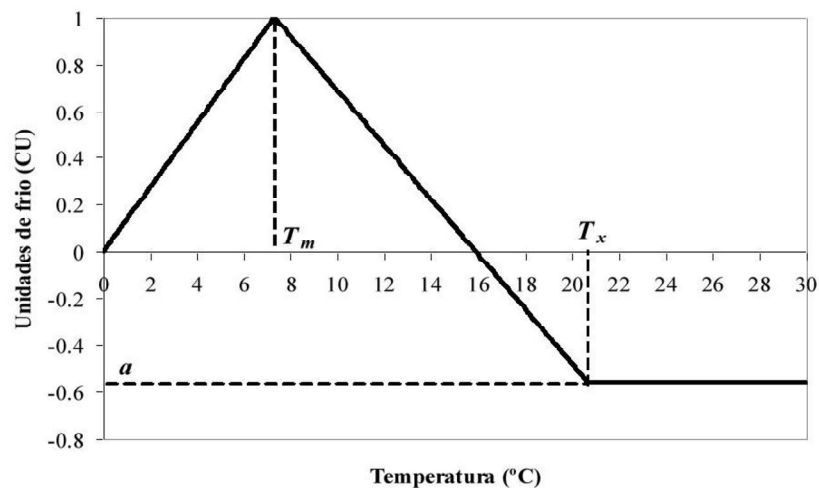


Figura 1 - Representação gráfica do modelo utilizado para o cálculo das unidades de frio (CU).

$$CU = \begin{cases} 0 & T_h \leq 0 \\ T_h/T_m & 0 < T_h \leq T_m \\ 1 - (T_h - T_m) \frac{1-a}{T_x - T_m} & T_m < T_h \leq T_x \\ a & T_h > T_x \end{cases}$$

Figura 2 - Equação do modelo utilizado. T_h é a temperatura horária do ar (°C), T_m é a temperatura ótima para a acumulação de frio (°C) e T_x (°C) é a temperatura a partir da qual um número constante (a) de unidades de frio se anulam.

ANEXO V

DOSSIER TÉCNICO

Biodiversidade e polinização de pomares de pereira Rocha*

A maioria das cultivares comerciais de pereira são auto-incompatíveis, ou produzem mais frutos, ou frutos de melhor qualidade, quando sujeitas a polinização cruzada, através de insectos. Não obstante a pereira ser uma cultura de polinização estritamente entomófila, é comum registarem-se problemas devido a polinização insuficiente, que se traduzem em fracas produções.

Catarina Reis, Elisabete Figueiredo, António Mexia e José Carlos Franco · Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa

A importância dos polinizadores

Estima-se que existam cerca de 150 000 espécies de insectos que visitam flores, em busca de pólen e/ou néctar, a nível mundial. Como potenciais polinizadores, estes insectos assumem particular importância, em termos ecológicos e económicos. Por exemplo, na Europa, a polinização entomófila das culturas representa um valor económico estimado em cerca de 5 mil milhões de euros (Potts et al., 2006). De entre os insectos polinizadores, as abelhas e abelhões (Hymenoptera, Apoidea) constituem o grupo mais significativo, com mais de 25 000 espécies. Em Portugal, o conhecimento sobre este importante grupo de insectos polinizadores é limitado, se tivermos em conta que estão referenciadas apenas cerca de 400 espécies, em comparação com as cerca de 1500 espécies conhecidas em Espanha (Noyes, 2010).

Factores que afectam a actividade dos polinizadores

Os insectos polinizadores e os serviços que prestam são afectados por múltiplos factores de natureza antropogénica, nomeadamente devido à perda e fragmentação dos seus habitats, intensificação agrícola, pesticidas, doenças, parasitas, alterações climáticas, introdução de plantas exóticas, entre outros (Potts et al., 2006). Normalmente, numa paisagem agrícola fragmentada, a área explorada por uma espécie de abelha ou abelhão cobre um mosaico de habitats parciais, cada um dos quais fornece apenas um tipo de recurso, ou seja, funciona como área de nidificação ou como área de recolha de alimento (e.g., pólen, néctar). Com frequência, estes habitats parciais, que disponibilizam os recursos necessários à sobrevivência e reprodução destes insectos, encontram-se separados por habitats que lhes são hostis (e.g., estradas e auto-estradas, culturas agrícolas sujeitas a tratamentos com pesticidas). A perda de um habitat parcial pode conduzir à extinção de



Figura 1 – Abelha solitária do género *Andrena* em flor de pereira

uma população local de abelhas ou abelhões (Westrich, 1996).

Problemática da polinização em pomares de pereira

A maioria das cultivares comerciais de pereira (*Pyrus communis* L.) são auto-incompatíveis, ou produzem mais frutos, ou frutos de melhor qualidade, quando sujeitas a polinização cruzada, através de insectos. Estão referenciados como insectos polinizadores de pereira, a abelha-doméstica (*Apis mellifera*), abelhões (*Bombus* spp.), abelhas solitárias dos géneros *Andrena*, *Eucera*, *Halictus*, *Megachile*, *Melitturga* e *Osmia* (Figura 1), bem como alguns dípteros das famílias *Syrphidae* e *Bombyliidae* (Reis, 2011). Não obstante a pereira ser uma cultura de polinização estritamente entomófila, é comum registarem-se

problemas devido a polinização insuficiente, que se traduzem em fracas produções. Uma das razões prende-se com o facto do néctar das flores de pereira ser relativamente pobre em açúcares (frequentemente inferior a 10%), em comparação com outras fruteiras, não sendo por isso muito atractivo para a abelha-doméstica. Em alternativa, a espécie solitária *Osmia cornuta*, considerada polinizador eficiente de pereira, tem sido explorada em alguns países europeus, nomeadamente através da instalação de ninhos artificiais e de fontes complementares de pólen (e.g., Maccagnani et al., 2007). O curto período de floração da pereira não é suficiente para fornecer os recursos alimentares (pólen, néctar) que diversas espécies polinizadoras de abelhas solitárias necessitam para completar o seu ciclo biológico. Uma das formas de fo-

DOSSIER TÉCNICO



Figura 2 - Ninhos artificiais para abelhas solitárias instalados num pomar de pereiras

mentar as populações destes polinizadores, na vizinhança dos pomares, é através da instalação de infra-estruturas ecológicas, por exemplo, margens semeadas com espécies vegetais que entrem em floração de forma escalonada e disponibilizem pólen e néctar antes e depois da floração da pereira (e.g., www.operationpollinator.com).

Em Portugal, a pereira é uma das principais culturas perenes, representando em 2011 uma área de cerca de 11 000 ha e uma produção de aproximadamente 230 mil toneladas (INE 2012). O Oeste é a principal região produtora de pera, representando cerca de 87% da produção nacional, dos quais 90% da variedade 'Rocha'. Com frequência, os produtores de pera aplicam giberelinas ou auxinas sintéticas como indutores do vingamento, para garantir elevadas produções. Contudo, o recurso aos reguladores de crescimento, como forma de obter adequado vingamento dos frutos, não é uma prática sustentável, uma vez que se espera que num futuro próximo estes produtos de síntese sejam retirados do mercado. Por outro lado, existem evidências de que os frutos com sementes, resultantes de polinização cruzada, apresentam maiores calibres, forma menos alongada, maior teor em açúcares, polpa mais consistente e melhores condições de conservação. É, pois, urgente desenvolver táticas alternativas e sustentáveis, que garantam uma adequada polinização dos pomares de pereira e que se baseiem, nomeadamente, no fomento e conservação dos insectos polinizadores.

Estudo sobre polinizadores de pera Rocha na região do Oeste

Nesse sentido, em 2011, foi realizado um estudo preliminar, no âmbito da dissertação de mestrado da primeira autora (Reis, 2011) e integrado no projecto "Operation Pollinator" (www.operationpollinator.com), em que se pretendeu avaliar o efeito dos insectos polinizadores no vingamento dos frutos,

identificar os principais grupos de insectos que visitam as flores da pereira, estudando o respectivo comportamento na recolha de néctar e/ou pólen, e determinar a frequência de visitas ao longo do dia, durante o período de floração da pereira 'Rocha'. Os quatro pomares seleccionados para o estudo pertenciam a explorações de agricultores associados da Frutoeste.

O efeito dos insectos polinizadores no vingamento, peso e forma dos frutos (altura/diâmetro) e número de sementes por fruto foi avaliado com base no isolamento, antes da floração, de dois ramos por árvore, através de mangas de rede fina de nylon, em 25 árvores por pomar, de forma a evitar a polinização cruzada. Foram utilizados como testemunha dois ramos não isolados por árvore. Verificou-se que o isolamento dos ramos afectou significativamente o vingamento, teve algum efeito na forma dos frutos, não influenciou o seu peso e reduziu o número de sementes por fruto.



Figura 3 - Pormenor do interior de ninhos colonizados, mostrando larvas de abelhas solitárias em diferentes fases de desenvolvimento

A possibilidade de utilizar ninhos artificiais para fomentar a colonização e manutenção de populações de abelhas solitárias, potencialmente polinizadoras de pereira, na vizinhança dos pomares, foi igualmente avaliada. Para o efeito, instalaram-se, antes da floração, cilindros de PVC (30 cm x 20 cm) preenchidos por troços de cana (*Arundo donax*) (15 a 25 cm de comprimento e 0,6 a 1,2 cm de diâmetro) em três dos quatro pomares (Figura 2). Os ninhos colonizados foram transportados para o laboratório, para obter amostras de pólen e identificar os adultos que deles emergiram (Figura 3). As espécies de abelhas

solitárias identificadas pertenciam todas ao género *Osmia*, não se tendo no entanto registado a presença de *O. cornuta* e de pólen de pereira no interior dos ninhos.

Os insectos capturados em flores de pereira incluíram sobretudo espécies de abelhas solitárias do género *Andrena* e alguns dípteros e coleópteros. A frequência de visitas por insectos às flores de pereira variou em função do pomar, do período do dia e do grupo de insectos (abelha-doméstica, abelhões, abelhas mineiras, megaquilóides e outros). O maior nível de actividade de insectos polinizadores foi registado no pomar onde tinha sido instalada, numa das margens, uma faixa de vegetação herbácea, como fonte de pólen e néctar para insectos polinizadores, e que se encontrava envolvido por uma paisagem agrícola com maior diversidade vegetal. A análise do comportamento dos insectos que visitaram as flores de pereira permitiu verificar que o néctar foi o recurso mais frequentemente recolhido (69%).

Em face dos resultados obtidos, foi decidido dar continuidade ao estudo iniciado em 2011, tendo como objectivo aprofundar o conhecimento sobre as espécies de abelhas e abelhões presentes em pomares de pereira na região do Oeste, bem como esclarecer de que forma a composição dos habitats envolventes influenciam a abundância e diversidade das comunidades destes insectos nos pomares. A possibilidade de instalação de infra-estruturas ecológicas, como fontes de pólen e néctar e ninhos artificiais, com vista a fomentar a actividade dos insectos polinizadores, será igualmente considerada. ☺

Referências bibliográficas

- Maccagnani B, Burgio G, Stanisavljevic IZ, Naini S (2007) *Osmia cornuta* management in pear orchards. *Bulletin of Insectology* 60: 77-82
- Noyes, J. (2010) *Fauna Europaea: Apoidea*. version 2.2. <http://www.faunaeur.org>
- Potts SG, Petanidou T, Roberts S, O'Toole C, Hulbert A, Willmer P (2006) Plant-pollinator biodiversity and pollination services in a complex Mediterranean landscape. *Biological Conservation* 129: 519-529
- Reis, C. (2011). *Insectos polinizadores e seu efeito na produção de Pereira 'Rocha' na Região Oeste*. Tese de Mestrado em Engenharia Agronómica, ISA/UTL, Lisboa
- Westrich, P. (1996). *Habitat requirements of central European bees and the problems of partial habitats*. pp. 1-16. In: Matheson, A., Buchmann, S. L., O'Toole, C., Westrich, P., Williams, I.H. (eds.) *The conservation of bees*. Academic Press, London

* Trabalho financiado pela Syngenta, no âmbito do projecto

"Operation Pollinator"

Os autores escreveram este texto de acordo com a anterior grafia