

CURSOS DE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO

PROGRAMA

Componente de Formação Científica

Disciplina de

Ciências Naturais

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2005

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver.	4
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	5
5. Elenco Modular	7
6. Bibliografia	7

1. Caracterização da Disciplina

As ciências desempenham um papel relevante na dinâmica das sociedades, de tal modo que, ultimamente, o desenvolvimento social se tornou indissociável do desenvolvimento científico e tecnológico.

A actividade científica é uma das características que distingue a era actual dos séculos anteriores. Nos últimos anos, a ciência e as suas aplicações tecnológicas foram deixando de ser encaradas como interesses de uma elite, assumindo um crescente destaque nos *media* e, desse modo, passando a fazer parte das preocupações e do interesse do público em geral.

Referências ao que é “científico” são usadas, actualmente, nos mais diversos domínios sociais, especialmente naqueles que envolvem a tomada de posição por parte do público, em geral, ou quando se trata de atrair a confiança de um determinado tipo de consumidores, em particular. Domínios tão sensíveis como a saúde, a reprodução, a alimentação, o ambiente, a política, a publicidade, ou o desporto são exemplos de áreas onde se incorporam, de forma bastante frequente, embora nem sempre rigorosa, referências a resultados da actividade científica e seus artefactos tecnológicos.

É pois inequívoco que os conhecimentos científicos influenciam a forma como as pessoas organizam o seu dia-a-dia e perspectivam a melhoria da sua qualidade de vida. Os avanços do conhecimento científico e as suas aplicações tecnológicas têm vindo a proporcionar diversas informações e soluções que conferem inegáveis vantagens e comodidade. No entanto, nalguns casos, esses avanços geram preocupações e perturbam as rotinas e os comportamentos dos cidadãos, na medida em que afectam, de forma mais ou menos directa, a sua integridade física ou moral.

Hoje em dia são muitas as temáticas científicas que não deixam ninguém indiferente. Relembrem-se, por exemplo, as questões relacionadas com a ocorrência de fenómenos sísmicos, com a instalação de centros de incineração de resíduos perigosos, ou com a manipulação genética de alimentos. Porém, nestes e em muitos outros casos, a tomada de posição crítica e fundamentada por parte dos cidadãos não é fácil, pois exige a mobilização de conceitos que estes nem sempre dominam.

Neste quadro de preocupações, impõe-se que a educação em ciências tenha em atenção os problemas da actualidade e, se possível, se preocupe em preparar os alunos para alguns dos desafios que poderão surgir num futuro próximo. Não se trata de garantir que os alunos aprendam todos os conceitos que actualmente possam ser considerados os mais relevantes. Importa que o ensino das ciências, na escolaridade básica, contribua para que os alunos reconheçam a importância de serem cidadãos informados, ou seja, valorizem a necessidade de compreender os problemas e sejam capazes de analisar criticamente informação – que muitas vezes se apresenta na forma de argumentos contraditórios – com vista a participarem em processos democráticos de tomada de decisão.

O programa de Ciências Naturais, mais do que um instrumento para o ensino de conceitos científicos indispensáveis ao prosseguimento de estudos, assume-se, então, como uma componente importante para a educação geral e científica dos cidadãos que frequentam a escolaridade básica. Nesse sentido, o programa visa proporcionar oportunidades para os alunos analisarem questões relacionadas com a dinâmica do planeta Terra, as potencialidades e as fragilidades dos seus recursos naturais, assim como questões relacionadas com a Vida e os Seres Vivos, o que inclui uma abordagem sistémica do funcionamento do organismo humano.

2. Visão Geral do Programa

A disciplina de Ciências Naturais insere-se na componente de formação científica dos Cursos de Educação Formação de Tipo 2 e/ou Tipo 3. Destina-se a proporcionar aprendizagens científicas que correspondam às exigências de uma formação de nível básico, destinada a conferir o 9º ano de escolaridade e uma qualificação profissional de nível 2.

Os processos de ensino e de aprendizagem deverão ser orientados para a compreensão global de aspectos das Ciências Naturais. Destaca-se a importância de garantir que os alunos identifiquem o seu objecto de estudo — A TERRA e a VIDA — e explorem, de forma articulada e interdependente, exemplos de conceitos científicos, suas aplicações tecnológicas e suas implicações sociais.

A concepção geral do programa visou a elaboração de uma proposta de ensino integrado de conteúdos, particularmente os que emergem das áreas de geologia e biologia. Foram tomados como referenciais os programas oficiais do nível de ensino e das disciplinas equivalentes, privilegiando a selecção das temáticas mais relevantes para a sensibilização de questões relacionadas com a cidadania, o ambiente e a saúde.

A disciplina de Ciências Naturais organiza-se em quatro módulos, sequenciais, cuja duração total de referência corresponde a 90 horas de formação.

Na verdade, a duração indicada para a consecução de cada módulo deve ser entendida como indicativa, ou de referência, uma vez que a carga horária total atribuída ao currículo da disciplina de Ciências Naturais é superior à referida no programa. Esta diferença, intencional, significa que o professor dispõe de um certo crédito horário que poderá gerir, quer a nível de cada módulo, quer a nível global, em função das necessidades dos alunos. Esse crédito poderá servir para o desenvolvimento de estratégias consideradas necessárias para dar resposta aos desafios colocados pelo programa, possibilitando, por exemplo, a organização de actividades de remediação, reorientação, aquisição e/ou consolidação de pré-requisitos, assim como actividades que possibilitem o aprofundamento de aspectos considerados relevantes para a formação dos alunos.

O esquema que se apresenta na figura 2.1 resume a conceptualização global do programa, destacando-se a identificação do objecto de estudo — A TERRA e a VIDA — como um fio articulador das aprendizagens a desenvolver nos diversos módulos.

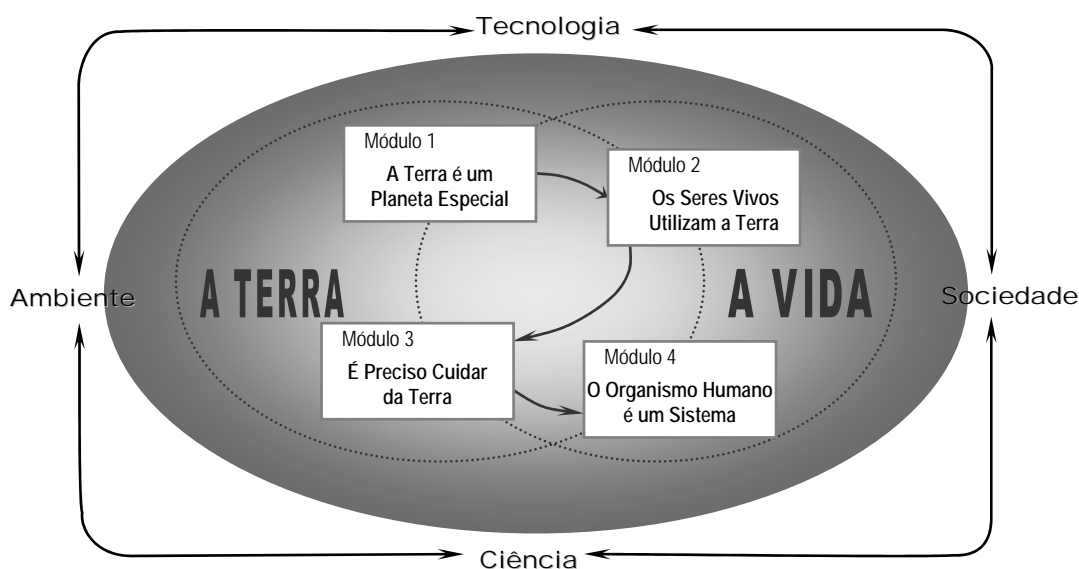


Figura 2.1 – Esquema Conceptual do Programa de Ciências Naturais

Apresentam-se, em seguida, de forma sumária, os quatro módulos que constituem o programa de Ciências Naturais.

O Módulo 1 – A Terra é um Planeta Especial – parte da localização do planeta Terra no Universo e no Sistema Solar, para a construção de uma perspectiva integradora e sistémica das condições que permitem a existência de vida, bem como dos fenómenos naturais que ocorrem no planeta Terra e modificam constantemente a sua superfície. Os sismos e os vulcões são explorados como exemplos de manifestações do dinamismo interno do planeta, capazes de alterar bruscamente a sua morfologia. Em oposição, estuda-se a acção de agentes erosivos, especialmente os relacionados com o ciclo hidrológico, que actuam de forma lenta e gradual, modificando a superfície do nosso planeta. Da integração destes dois tipos de agentes, internos e externos, será possível abordar, de forma muito simplificada, o conceito de ciclo das rochas.

No Módulo 2 – Os Seres Vivos Utilizam a Terra – as aprendizagens são centradas nas dinâmicas inerentes aos seres vivos nos ecossistemas. Na sequência dos processos estudados no módulo anterior, os seres vivos são agentes que modificam a superfície da Terra, no entanto, a sua sobrevivência depende das condições físicas que o planeta lhes oferece. Nos ecossistemas ocorrem trocas de matéria e energia ordenadas entre os seres vivos e entre estes e o ambiente. Estes sistemas são unidades

dinâmicas que se alteram e modificam ao longo do tempo. Os fósseis de seres vivos são, por isso, registos do passado da Terra que ficaram guardados nas suas rochas.

O Módulo 3 – É Preciso Cuidar da Terra – visa a construção de uma consciência global sobre as implicações da utilização dos recursos naturais, bem como o conhecimento de algumas estratégias de actuação que podem contribuir para minorar desequilíbrios e permitir um desenvolvimento sustentável. Abordam-se os conceitos de recursos renováveis e não renováveis. Os diferentes tipos de rochas são revisitados, na perspectiva da sua utilização pelo homem. São explorados, também, casos de destruição do equilíbrio de ecossistemas, por poluição, destruição de ambientes naturais, ou exploração exaustiva de espécies.

O Módulo 4 – O Organismo Humano é um Sistema – é centrado em aspectos de biologia humana. Como todos os outros seres vivos, o homem necessita de obter matéria e energia para viver e a sua qualidade de vida depende das trocas que estabelece com o ambiente. O corpo humano é constituído por sistemas de órgãos que funcionam de forma coordenada. O sistema nervoso assegura a coordenação das diversas funções vitais. É nesta perspectiva integrada que se preconiza o estudo global do funcionamento dos sistemas que asseguram as funções digestiva, circulatória e respiratória, indispensáveis à sobrevivência do organismo.

3. Competências a Desenvolver

Os alunos, ao longo dos quatro módulos, devem desenvolver as competências que seguidamente se apresentam.

- Construção de atitudes positivas face à ciência, reconhecendo que se trata de um empreendimento humano, permanentemente inacabado e sujeito a influências de natureza diversa que condicionam o seu desenvolvimento.
- Compreensão de conceitos e modelos que permitam construir uma visão geral e globalizante do âmbito das Ciências Naturais, bem como uma formação científica básica indispensável à integração no mundo do trabalho e ao desenvolvimento de estudos posteriores.
- Mobilização de saberes científicos e tecnológicos para compreender fenómenos naturais ou situações do dia-a-dia, particularmente as que exigem a análise crítica de saberes do senso comum, a ponderação de argumentos ou a tomada de posição.
- Manipulação correcta e em segurança de instrumentos e/ou materiais de laboratório.
- Interiorização de qualidades e metodologias próprias do trabalho científico.
- Utilização funcional de processos de pesquisa, selecção e organização de informação, bem como de processos que assegurem a sua comunicação em formatos diversos.
- Construção de valores e atitudes adequadas ao exercício da cidadania responsável, nomeadamente a adopção de comportamentos saudáveis, o respeito pela diversidade humana e biológica, bem como os que visem a exploração sustentada dos recursos naturais e a participação nos processos democráticos de tomada decisão.

Pretende-se que o desenvolvimento das competências contemple, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal.

- Como competências de natureza conceptual consideram-se aquelas que visam o conhecimento de factos, hipóteses, princípios, teorias, bem como terminologia ou convenções científicas; inclui-se, também, a compreensão de conceitos, na medida em que estes se relacionam entre si e apenas desse modo permitem interpretar e explicar informação em formatos diversos.
- As competências de natureza procedimental estão relacionadas com a própria natureza do trabalho científico. Assim, são exemplos a observação e descrição de fenómenos, a obtenção e interpretação de dados, o conhecimento de técnicas de trabalho, a manipulação de dispositivos, bem como as competências que permitem a planificação, execução e avaliação de desenhos investigativos simples.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento de competências procedimentais inclui aspectos de natureza cognitiva e manipulativa.

- Como competências de natureza atitudinal consideram-se as que visam o desenvolvimento de atitudes, face aos conhecimentos, aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança,...) e às implicações que daí decorrem para a forma como perspectivam a sua própria vida e a dos outros. Em causa estão a identificação e diferenciação de condutas e suas implicações, a capacidade de formular juízos de valor, ou mesmo a assunção de posturas guiadas por convicções fundamentadas.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

No que respeita aos aspectos metodológicos e de avaliação, assume-se que os professores, a escola e os alunos, como um todo, devem desempenhar um papel central na selecção das melhores opções para o cumprimento do programa. No entanto, salienta-se que esta autonomia de gestão das abordagens metodológicas e dos processos de avaliação deverá ter sempre em conta os aspectos que seguidamente se apresentam.

Centrar os processos de ensino nos alunos

Numa perspectiva construtivista da aprendizagem, salienta-se que é importante ter em conta os conhecimentos prévios dos alunos, assim como a valorização das suas vivências e objectivos, pois estes aspectos condicionam, de modo decisivo, as suas aprendizagens.

Valorizar a realização de actividades práticas

A componente prática deverá ser parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada módulo.

O trabalho prático deve ser entendido como um conceito abrangente que engloba actividades de natureza diversa, que vão desde as que se concretizam com recurso a papel e lápis, àquelas que exigem um laboratório ou uma saída de campo.

Os alunos deverão desenvolver e/ou aperfeiçoar competências tão diversificadas como, a manipulação correcta e em segurança de instrumentos ópticos (microscópio óptico e lupa), a utilização de sistemas automáticos para recolha de dados (nomeadamente sensores), a apresentação e interpretação gráfica de dados, a execução de memórias descritivas e interpretativas de actividades práticas, a pesquisa autónoma de informação em diferentes suportes, não esquecendo, ainda, o reforço das capacidades de expressão oral e escrita e o recurso às novas tecnologias da informação.

Atribui-se especial importância ao desenvolvimento de actividades que impliquem os alunos na planificação e na realização de trabalhos.

As abordagens práticas deverão, sempre, integrar as dimensões teórica e prática, assim como o trabalho cooperativo entre os alunos.

Ao professor caberá, sempre, aferir e decidir o grau de abertura das tarefas, ponderando as competências que os alunos já possuem e as que pretende desenvolver, bem como o tempo e os recursos disponíveis.

Explorar relações explícitas e recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

A organização de actividades de ensino e aprendizagem centradas em contextos reais, com significado para os alunos, facilita o desenvolvimento integrado de competências de natureza conceptual, procedimental e atitudinal.

A mobilização de questões de âmbito local, nacional ou internacional, situações do dia-a-dia, ou mesmo casos históricos que envolvam controvérsias sociais em torno de aplicações científicas ou tecnológicas, possibilitam a organização de processos de ensino-aprendizagem interessantes e válidos para a concretização das finalidades do programa.

Neste tipo de abordagens, o conhecimento e a compreensão de conceitos e processos científicos não se assumem, em si mesmo, como finalidades de ensino e aprendizagem; ao aluno apresentam-se, antes, como meios indispensáveis para a compreensão efectiva das questões em análise, pois permitem-lhes compreender e avaliar criticamente diferentes argumentos ou pontos de vista.

Esta orientação metodológica visa a alfabetização científica dos alunos, valorizando a possibilidade de se tornarem cidadãos capazes de assumir posturas críticas e responsáveis, face ao desafio de participarem nos processos democráticos de tomada de decisão, quando estão em jogo questões de natureza científico-tecnológica com impacte social e/ou ambiental.

Nesta perspectiva, é indispensável que o estudo dos conceitos e processos que estão previstos no programa inclua a análise de interrelações Ciência – Tecnologia, assim como a análise de questões sociais e/ou ambientais relacionadas com a génese ou aplicação desses conhecimentos.

Promover a identificação e a exploração de situações problemáticas abertas

Os processos de ensino e aprendizagem devem centrar-se em problemáticas com significado para os alunos, ou seja, serem organizados numa perspectiva de resolução de problemas.

A compreensão de um problema abrangente e a selecção de caminhos para a sua resolução deverão supor a formulação de questões, articuladas e progressivamente mais simples, susceptíveis de orientar a definição de percursos de aprendizagem intencionais.

A resolução de problemas deverá incluir o desenvolvimento de actividades de planificação, a pesquisa de informação, a execução de actividades práticas, a avaliação de resultados e, desejavelmente, a confrontação e a avaliação de argumentos, assim como a síntese de informação.

O grau de abertura das propostas deverá ser criteriosamente ponderado pelos professores, tendo em conta as competências dos alunos, o que implica aproximações progressivas a formas de trabalhar que exijam elevada autonomia e responsabilidade.

Rentabilizar situações de aprendizagem não formal

As visitas realizadas a parques temáticos ou museus, a exploração da informação veiculada por livros e revistas de divulgação científica para o público em geral, ou mesmo a análise de notícias divulgadas pelos *media*, pode contribuir para mostrar a importância da ciência na vida diária das pessoas, promovendo também o desenvolvimento de hábitos de análise crítica da informação.

Integrar a avaliação nos processos de ensino e aprendizagem

As actividades de avaliação devem ser entendidas como parte integrante dos processos educativos e, nesse sentido, ocorrerem perfeitamente articuladas com as estratégias didácticas utilizadas, uma vez que ensinar, aprender e avaliar são, na realidade, três processos interdependentes e inseparáveis.

De acordo com as propostas do programa, os processos de avaliação deverão integrar as dimensões teórica e prática do ensino das Ciências Naturais. Deste modo, o objecto da avaliação não poderá ficar limitado ao domínio conceptual, mas integrar, necessariamente, os dados relativos aos aspectos procedimentais e atitudinais da aprendizagem dos alunos.

Em permanente articulação com as estratégias utilizadas pelos professores, as actividades de avaliação das aprendizagens deverão ser concebidas de modo a averiguar não só as construções conceptuais alcançadas pelos alunos mas, também, a forma como tal aconteceu, os procedimentos realizados, as destrezas desenvolvidas e as atitudes reveladas.

Nesta perspectiva, avaliar é uma tarefa permanente e complexa que supõe o uso de diferentes técnicas e instrumentos. Valorizam-se os processos de observação (estruturados e de notação livre) e, para além de testes e questionários, recomenda-se a adopção de estratégias que promovam a produção documental pelos alunos, nomeadamente, a elaboração de documentos simples, estruturados e com finalidades diversas, como por exemplo, memórias descritivas de actividades, mapas conceptuais, V de Gowin, *posters* ou ensaios.

Salienta-se, no entanto, que as opções tomadas deverão, sempre, salvaguardar os seguintes aspectos.

- A avaliação, sendo parte integrante dos processos educacionais, deverá revestir-se de funções diagnóstica, formativa e sumativa interdependentes e devidamente articuladas com as actividades de ensino-aprendizagem.
- A avaliação, permitindo diagnosticar o ponto de partida dos alunos, orientará o professor na análise do programa e na selecção das estratégias mais adequadas para a sua implementação.
- A avaliação formativa possibilitará o acompanhamento permanente da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo elementos que o professor deverá utilizar para reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos.

- A avaliação com funções formativas deverá prevalecer durante todo o processo educativo, permitindo aos alunos receber *feedback* dos seus desempenhos, bem como informações que os ajudem a identificar as suas dificuldades e potencialidades, o que será fundamental na sua preparação para os momentos de avaliação sumativa que terão lugar no final de cada módulo.

5. Elenco Modular

	Número	Designação	Duração de referência (horas)
T2	1	A Terra é um Planeta Especial	25
	2	Os Seres Vivos Utilizam a Terra	25
	3	É Preciso Cuidar da Terra	20
T3	4	O Organismo Humano é um Sistema	20

6. Bibliografia

Bibliografia da especialidade

ABRAHAMS P. (2003) *Atlas do Corpo Humano*, Lisboa, Editorial Estampa, Lda. ISBN: 972-33-1877-6

Livro interessante para professores e alunos. Apresenta aspectos de morfologia e fisiologia humana. Para cada tema apresenta e explora algumas situações de doença, seu diagnóstico e/ou terapêutica. Possui excelentes esquemas e fotografias. O texto é adequado para ser consultado pelos alunos sob supervisão do professor.

ALLÉGRE, C. (1987) *Da pedra à estrela*, Lisboa, Publicações Dom Quixote.

Partindo das controvérsias que animaram a pesquisa geológica, o autor aborda a estrutura da Terra e o tempo geológico. Examina, depois, a evolução do Sistema Solar, integrando nela o nosso planeta. Termina com o tratamento da evolução global da parte sólida da Terra, da hidrosfera e da atmosfera, bem como da origem da vida. Trata-se de uma óptima síntese, inovadora e escrita em linguagem acessível, que enquadra a visão geológica em domínios de grande abrangência interdisciplinar.

ALLÉGRE, C. (1993) *As Fúrias da Terra*, Lisboa, Relógio d'Água.

Para além de muita informação actualizada relativa aos temas tratados, o livro integra permanentemente os fenómenos vulcânicos e sísmicos na dinâmica das placas tectónicas. Aborda com detalhe aspectos históricos, articulando-os com os esforços actuais para a previsão e prevenção da ocorrência de erupções vulcânicas e de sismos. Leitura interessante para actualização destes temas.

ALDERSON, P., ROWLAND, M. (1995) *Making Use of Biology* (2ª Ed.), London, MacMillan Press Ltd. ISBN: 0-333-62093-3

Neste texto, a abordagem dos conceitos surge da necessidade de compreender aspectos sociais, económicos, tecnológicos ou éticos, bem como explorar as influências culturais e as limitações associadas aos conhecimentos de Biologia. O livro está organizado em duas partes, "Economic and Environmental Biology" e "Human and Social Biology". São apresentados questionários (com soluções) e exemplos de actividades práticas.

ANDRADE, C., (1998) *Dinâmica, Erosão e Conservação das Zonas de Praia*, Lisboa, Parque Expo.

Aborda os problemas do litoral, a dinâmica das praias, a sua erosão e conservação.

ANGUITA, F. (1988) *Origen y historia de la Tierra*, Madrid, Rueda.

Livro baseado em três pilares fundamentais: a tectónica de placas, a perspectiva planetária e a interacção litosfera-atmosfera-biosfera, todos eles tratados com uma grande preocupação com a dimensão temporal.

ANGUITA, F. (1993) *Geologia Planetária*, Madrid, Mare Nostrum.

Escrito para um público de professores, fornece, além de fundamentação teórica, um desenvolvimento didáctico onde são abordados aspectos relacionados com as principais dificuldades na aprendizagem do tema, sugerindo actividades.

ANGUITA, F. & MORENO, F. (1991) *Processos Geológicos Internos*, Madrid, Rueda. ISBN: 84-720-063-8

Analisa processos geológicos como o magmatismo, o metamorfismo e a deformação, tendo como marco de referência a tectónica de placas.

ANGUITA, F. & MORENO, F. (1993) *Processos Geológicos Externos y Geologia Ambiental*, Madrid, Rueda. ISBN: 84-7207-070-0

Analisa os processos geológicos externos numa perspectiva ambiental.

BAKER, W. & HASLAM, A. (1992) *Experimenta! A Terra*, Lisboa, Livros do Brasil.

Livro para o aluno. Contém sugestões para a construção de modelo de placas tectónicas, aparelho vulcânico, simulação de formação de estalactites, bem como para a construção de instrumentos para avaliar a direcção do vento, a pluviosidade, entre outros.

BRAHIC, A., HOFFERT, M., SCHAAF, A. & TARDY, M. (1999) *Sciences de la Terre et de l'Univers*, Paris, Vuibert.

Manual de nível universitário consagrado às Ciências da Terra e do Universo, colocando as geociências num quadro mais global.

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula;...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARON, M., GAUTHIER, A., SACHAAF, A., ULYSSE, J. & WOZNIAK, J. (1995) *Comprendre et enseigner la Planète Terre*, Paris, Ophrys.

Texto básico que cobre as matérias de geologia geral.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

Livro de texto em que se tratam alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, bem como de Fisiologia (circulação, digestão, respiração). O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

CARVALHO, C. (1985) *Fisiologia Animal – Manual teórico-prático*, Almedina, Coimbra.

Apresenta várias sugestões de trabalhos práticos. Protocolos, exercícios de aplicação e breve enquadramento teórico.

CHAMLEY, H. (2002) *Environnements géologiques et activités humaines*, Paris, Vuibert.

Este livro analisa, à escala local e planetária, a importância, as causas e as consequências da actividade humana, abordando três temas: os riscos geológicos naturais, a natureza e as consequências da exploração dos recursos naturais e os desequilíbrios que provocam as actividades humanas nos subsistemas terrestres (externos).

CHERNICOFF, S., FOX, H., VENKATARRISHNAN, R. (1997) *Essentials of Geology*, New York, Woth Publishers.

O objectivo desta obra é providenciar uma introdução aos conhecimentos básicos de Geologia – tectónica de placas, geologia ambiental e recursos naturais e, também, geologia planetária.

ENCICLOPÉDIA ILUSTRADA DE AGOSTINI (2003) *A Terra – perguntas e respostas, curiosidades e recordes*, Sintra, Marus Editores – Portugal. ISBN: 972-730-295-5

Obra para o aluno, com texto muito simples e imagens apelativas.

ENCICLOPÉDIA VISUAL (1992) *Rochas e Minerais, Rios & Lagos, Beira Mar, Vulcões, n.º2, 5, 23 e 27*, Lisboa, Editorial Verbo.

Livros acessíveis para os alunos, podendo apoiar diversas actividades, nomeadamente as de pesquisa, de campo e de laboratório. As ilustrações são de excelente qualidade e o texto possui terminologia acessível.

FORJAZ, V. (2000) *Vulcão Oceânico da Serreta*, S. Miguel, Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.

Publicação sucinta com notícias sobre o vulcão oceânico da Serreta, incluindo esquemas, mapas e fotografias.

GALOPIM de CARVALHO, A. (1996) *Geologia – Morfogénese e Sedimentogénese*, Lisboa, Universidade Aberta.

Através de uma abordagem geral dos sistemas terrestres e dos processos que neles ocorrem é definida uma fisionomia do planeta. O livro apresenta depois a alteração das rochas e a formação de solos, os agentes modeladores e a sedimentogénese, as rochas sedimentares e a sua classificação. Textos úteis para actualização global e consulta nos múltiplos domínios abordados.

GALOPIM de CARVALHO, A. (1996) *Geologia – Petrogénese e Orogénese*, Lisboa, Universidade Aberta.

Nesta publicação o autor reúne informação geológica relevante nos domínios do magmatismo, do metamorfismo e das rochas respectivas, da deformação e orogénese e da tectónica global, apresentando a respeito desta uma breve resenha histórica e alguns dados relativos à evolução da margem continental portuguesa e à tectónica global antemesozóica.

GASS, I., SMITH, P. & WILSON, R. (1978) *Vamos compreender a Terra*, Coimbra, Almedina.

Este livro de texto em português aborda diversos temas programáticos.

GRUPO EDITORIAL PARRAMON EDICIONES (1997) *Atlas de Anatomia: conhece o teu corpo*, Porto, EDINTER. ISBN: 972-43-0279-2

Livro interessante para professores e alunos. Excelentes esquemas de anatomia de todos os órgãos do corpo humano, legendados, apresentando também alguns esquemas de aspectos histológicos.

GUYTON, A. (2001) *Tratado de Fisiologia Medica* (10ª Ed.), Madrid, Interamericana – Mcgraw-Hill Interamericana. ISBN: 84-486-0322-2.

Obra de aprofundamento bastante completa, para o professor. Aborda a fisiologia dos diferentes sistemas do corpo humano, bem como alguns aspectos de anatomia. O texto é acompanhado por esquemas, gráficos e tabelas.

GREGORY, N., ELDREDGE, D. (1992) *A Fábrica dos Fósseis – um guia para descobrir os dinossauros, explorares a evolução e procurares fósseis!* Lisboa, Gradiva Júnior.

Obra para professores e alunos, centrada no estudo dos fósseis e sua importância. Possui ilustrações engraçadas para a motivação dos alunos. Permite orientar actividades de moldagem.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

KINDERSLEY, D. (1996) *O Corpo Humano*, São Paulo, Editora Globo S.A. ISBN: 85- 250-1651-9

Guia multimédia sobre o corpo humano e o seu funcionamento, em língua portuguesa. Requer Windows 95 ou versão superior. A navegação é fácil e intuitiva para os alunos, possuindo algumas imagens animadas.

KRAFT, K., & KRAFT, M. (1990) *Volcans. Le réveil de la Terre*, Paris, Hachette.

Dois estudiosos apaixonados legaram-nos um livro com belas imagens e descrições pormenorizadas dos muitos vulcões e regiões vulcânicas que visitaram. Na introdução historicam a antiquíssima relação do Homem com os vulcões, a destruição da “Atlântida”, as sucessivas interpretações propostas para as erupções e os avanços conseguidos no seu estudo e previsão. Ao longo do livro, o efeito destruidor da actividade vulcânica é frequentemente confrontado com o carácter renovador e criador de condições de vida na Terra que ela encerra. Além de aspectos menos conhecidos e espectaculares do vulcanismo, são referidas a sua importância económica e a sua estreita ligação à tectónica de placas.

JACOB, S., FRANCONI, C., LOSSOW, W. J. (1984) *Anatomia e Fisiologia Humana* (5ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

Obra que reúne esquemas pormenorizados dos sistemas humanos, enfatizando a fisiologia dos mesmos. No final dos capítulos, surgem resumos e questões de revisão. Existem várias referências bibliográficas agrupadas de acordo com as temáticas específicas, o que facilita a pesquisa a quem desejar maior aprofundamento de um tema.

LIMA, F. (1998) *Introdução à Sismologia*, Aveiro, Universidade de Aveiro. ISBN: 972-8021-73-9

Livro em português que apresenta uma panorâmica geral e diversificada sobre sismologia.

MACDOUGALLI, J. (1998) *Uma História (breve) do Planeta Terra*, Lisboa, Editorial Notícias.

Trata-se de uma síntese muito interessante onde, à medida que a História da Terra é percorrida, o autor vai introduzindo e desenvolvendo conceitos básicos necessários à compreensão dos fenómenos e do dinamismo terrestre. A escrita é propositadamente simples e os termos técnicos são reduzidos ao mínimo, em favor dos conceitos respectivos.

MATTAUER, M. (1998) *Ce que disent les pierres*, Paris, Pour la Science.

Convite para um “passeio” ilustrado pelas rochas. A partir de uma série de 56 fotografias, associadas a texto e desenhos, reconstitui a história das rochas e dos grandes acontecimentos de que elas são testemunho.

MATTHEY, W., DELLA SANTA, E., WANNENMACHER, C. (1984) *Manuel Pratique d'Ecologie*, Lausanne, Payot.

Obra organizada com preocupações didáticas, apresentando informação essencial à compreensão dos conceitos básicos de ecologia e propostas de actividades de campo e laboratório em diferentes ambientes (como por exemplo, num curso de água, num lago, na cidade, num muro, no solo, etc.). Apresenta esquemas simples de dispositivos a utilizar ou montar nas actividades de campo e/ou laboratório, bem como de aspectos de morfologia externa de seres vivos com vista a orientar a sua identificação.

MATT, M., & ZIEMIAN, J. (1990) *Human Anatomy Coloring Book*, Dover Publications. ISBN: 0486241386

Livro muito interessante para professores, fornecendo excelentes esquemas de aspectos de anatomia humana que podem ser adaptados para os alunos colorirem, proporcionando, desse modo, uma forma alternativa de estudar aspectos de anatomia e fisiologia humana.

MERRITS, D., WET, A., MENKING, K. (1997) *Environmental Geology*, New York, W.H. Freeman and Company. ISBN 0-7167-2834-6.

Livro útil para o estabelecimento de uma perspectiva ambiental do estudo da Geologia. Os temas são abordados com economia de conceitos fundamentais de forma a criar múltiplas oportunidades para a abordagem da dinâmica dos sistemas terrestres e das alterações neles introduzidas pela acção humana e a permitir compreender e prever as mudanças ambientais.

MOORE, R. (Ed.) (1994) *Biology Labs That Work: The best of How-to-do-its*, Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers (NABT).

São apresentadas actividades práticas simples e executáveis com recursos acessíveis. As sugestões podem ser facilmente adaptadas, de modo a ajustar o grau de abertura das tarefas às características particulares dos alunos. O texto enfatiza a necessidade dos alunos serem envolvidos em processos de desenho experimental, formulação de hipóteses, observação sistemática e organização de registos, bem como de interpretação, conclusão e comunicação de resultados.

MURCK, B. & SKINNER, B. (1999) *Geology Today*, New York, John Wiley & Sons.

Livro de carácter geral, com os temas apresentados de forma simples e sintética, realçando as relações entre os ciclos hidrológico, tectónico e litológico. Dedicar um capítulo ao papel dos geocientistas no estudo dos recursos terrestres, das catástrofes naturais e das alterações dos sistemas terrestres.

NEBEL, B. & WRIGHT, R. (1999) *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible*, México, Prentice Hall. ISBN: 970-17-0233-6

Texto com informação recente sobre temas diversos como, por exemplo, os ecossistemas e seu funcionamento, a explosão demográfica (causas e consequências), a contaminação dos subsistemas terrestres, os recursos naturais, estilos de vida e sustentabilidade, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

NUNES, J. (1998) *Paisagens geológicas dos Açores*, Ponta Delgada, Amigos dos Açores - Associação Ecológica. ISBN: 972-8144-03-2

Obra com informação diversificada sobre a actividade vulcânica nos Açores. Aborda temas como vulcanismo e ambientes tectónicos, génese e principais características das formas vulcânicas, meteorização e erosão das rochas vulcânica, dinâmica das vertentes vulcânicas, e rede hidrográfica das regiões vulcânicas.

NUNES, C., SILVA, N. & BOLACHA, E. (2004) *Extinção dos Dinossauros*, Lisboa, Perve.

Ferramenta multimédia interessante e fácil de utilizar. O grau de aprofundamento pode ultrapassar o previsto no programa. As imagens disponibilizadas são interessantes e de compreensão fácil pelos alunos.

ODUM, E. (1996) *Fundamentos de Ecologia* (5ª Ed.), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0158-X.

O livro contém texto básico de ecologia. Possui, entre outros, capítulos específicos sobre ecologia dos meios aquáticos de água doce, marinho e estuários. Também existem capítulos relacionados com os Recursos Naturais e com Poluição e Saúde Ambiental que podem apoiar a leccionação de algumas rubricas programáticas. O texto destina-se ao professor, mas poder ser criteriosamente seleccionado para uso dos alunos.

PRESS, F. & SIEVER, R. (1999) *Understanding Earth*, New York: W.H., Freeman and Company.

Depois de abordarem, com desenvolvimento equilibrado, múltiplos temas das Geociências, os autores dedicam os últimos capítulos aos recursos energéticos e minerais e aos sistemas e ciclos terrestres.

PROST, A. (1999) *La Terre. 50 expériences pour découvrir notre planète*, Paris, Belin. ISBN: 2-7011-2401-8

Este livro propõe 50 experiências, simples e fáceis de realizar, destinadas a “reproduzir” em laboratório alguns dos fenómenos geológicos.

PURVES, W., ORIAN G., HELLER E. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações.

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

SEELEY, R., STEPHENS, T., TATE, P. (1997) *Anatomia e Fisiologia* (1ª Edição), Lisboa, Lusodidacta.

Nesta obra a os conceitos são apresentados de forma simples. A relação entre a estrutura e função e a homeostase são os temas mais realçados. Incluem-se, em cada capítulo, para além da apresentação clara dos temas, resumos e questões.

SKINNER, B. & PORTER, S. (1995) *The Dynamic Earth*, New York, Ed. John Wiley & Sons.

Publicação de nível universitário, centrada em quatro temas fundamentais: tectónica de placas; alterações ambientais; minimização de riscos pelo homem; utilização dos recursos naturais.

SKINNER, B., PORTER, S., BOTKIN, D. (1999) *The Blue Planet*, New York, John Wiley & Sons.

Para além de uma abordagem generalista da temática geológica, os autores realçam a Terra enquanto sistema, as dinâmicas dos subsistemas terrestres e em particular da biosfera, com a sua história e ligações aos restantes subsistemas. Abordam ainda a problemática ligada aos recursos naturais e às mudanças produzidas pelas actividades humanas.

TAYLOR, B. (2001) *Rochas, Fósseis e Minerais* (Colecção Enciclopédia mini), Porto, Porto Editora Lda.

Livro acessível para os alunos. O texto é acessível e as ilustrações são muito apelativas e ilustrativas. Aborda, de forma simplificada, aspectos de dinâmica interna (sismos, vulcões e tectónica) e externa (especialmente a relacionada com a água), assim como rochas e minerais. O livro inclui ainda um CD-ROM com imagens de rochas, fósseis e minerais.

TARBUCK, E. & LUTGENS, F. (1997) *Earth Science*, New Jersey, Prentice-Hall.

Fomenta a compreensão dos princípios básicos das Ciências da Terra através de uma estrutura flexível composta por quatro unidades principais e independentes: A Terra sólida, os Oceanos, a Atmosfera e a Astronomia.

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M., FAIRCHILD, T., TAIOLI, F. (org.) (2000) *Decifrando a Terra*, São Paulo, Oficina de Textos. ISBN: 85-86238-14-7

Livro com texto em português que aborda diversos temas programáticos.

TORRANCE, J. (coord.) (1999) *Human Biology – higher grade*, London, Hodder & Stoughton. ISBN0-340-639083

Texto simples e sintético acompanhado por muitos esquemas. Apresenta sugestões de actividades práticas e experimentais, bem como exemplos de questionários de revisão ou avaliação. Adequado para alunos com domínio da língua inglesa.

WEINER, J. (1987) *O planeta Terra*, Lisboa, Gradiva.

Livro que acompanhou a edição de uma série televisiva homónima e que historia as descobertas da Terra como máquina viva, dos oceanos, dos seus fundos e das suas relações com a atmosfera, das alterações climáticas, dos planetas do sistema solar e dos ensinamentos que deles obtivemos para a compreensão do nosso planeta. Aborda também a temática dos recursos e da sua exploração e penúria e ainda a das perspectivas futuras da espécie humana na Terra.

VANDER, A., SHERMAN, J., LUCIANO, D. (2001) *Human Physiology: the mechanisms of Body Function* (8ª Ed.), New York, McGraw Hill. ISBN: 0-07-118088-5 (existem versões brasileiras de edições anteriores)

Obra de referência, de nível de aprofundamento, com excelentes esquemas e fotografias. Permite o estudo de conceitos relacionados com a reprodução humana, genética e alterações do material genético, imunologia, bem como aspectos gerais de toxicologia. Inclui CD-ROM interactivo.

ZUIDEMA, G. & SCHOSSBERG, L. (1997) *Atlas de anatomia funcional humana*, Lisboa, Instituto Piaget. ISBN: 972-771-609-1

Obra de aprofundamento para professores. O texto é acompanhado por ilustrações bastante pormenorizadas e legendadas.

Bibliografia de Educação e de Didáctica das Ciências

AMADOR, F., CONTENÇAS, P. (2001) *História da Biologia e da Geologia*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN: 972-674-349-4

Trata-se de uma história de duas disciplinas científicas onde se narram os principais problemas de cada época e as propostas que foram surgindo para os resolver, os conceitos dominantes e as suas mudanças, considerando sempre o contexto social, cultural e económico em que se foi desenvolvendo o processo de construção da ciência.

BONITO, J. (2000) *As actividades práticas no ensino das Geociências. Um estudo que procura a conceptualização*, Lisboa, IIE.

Este livro discute o papel didáctico das actividades práticas no ensino das Geociências, reflectindo sobre os seus objectivos e características.

BRUSI, D. (Ed.) (2003) *Investigando las Ciencias de la Tierra - Estructura de la Tierra y Tectónica de Placas*, Monografias de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – *Serie Cuadernos Didácticos 1*, Girona, AEPECT.

BRUSI, D. (Ed.) (2003) *Introducción al mapa geológico (1): topografía y fundamentos*, Monografias de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – *Serie Cuadernos Didácticos 2*, Girona, AEPECT.

BRUSI, D. (Ed.) (2003) *Investigando las Ciencias de la Tierra – Cambios en la Atmósfera*, Monografias de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – *Serie Cuadernos Didácticos 3*, Girona, AEPECT.

Estas publicações, especialmente dirigidas aos professores, apresentam inúmeras propostas de actividades práticas acompanhadas de guias metodológicos.

BUSH, R. (ed.) (1997) *Laboratory Manual in Physical Geology*, Upper Saddle River Nj, Prentice Hall.

Obra que propõe algumas actividades práticas, simples e fáceis de realizar, destinadas a “reproduzir” em laboratório alguns dos fenómenos geológicos.

CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M. (2002) *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*, Lisboa, Ministério da Educação. ISBN: 972-783-083-8

Obra para professores, interessante para aprofundar saberes sobre didáctica das Ciências. Apresenta e caracteriza as principais perspectivas de ensino das Ciências, desde a mais tradicional de Ensino por Transmissão até ao Ensino por Pesquisa potenciador de inovação e portador de uma nova concepção de educação em Ciências.

CARMEN, L., e outros (1997) *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la Educación Secundária*, Barcelona, ICE/HORSORI.

Trata diversos temas relacionados com o ensino e a aprendizagem das ciências, tais como as atitudes dos alunos face às ciências e as relações ciência, tecnologia e sociedade, resolução de problemas e actividades de laboratório, o trabalho de campo, a avaliação como instrumento para melhorar o processo de aprendizagem das ciências.

DUSCHL, A. (1997) *Renovar la Enseñanza de las Ciencias*, Madrid, Narcea.

Parte de uma reflexão sobre o papel da história e da filosofia das ciências no ensino das ciências propondo, em seguida, diversas aplicações enquadradas na perspectiva defendida. Apresenta sugestões na área da Geologia.

FERNANDES, D. (2005) *Avaliação das Aprendizagens: Desafios às Teorias, Práticas e Políticas*, Lisboa, Texto Editora. ISBN: 972-47-2470-0

Obra de referência para os professores, na medida em que apresenta, analisa e discute conceitos considerados chave para a efectiva implementação das propostas do programa, nomeadamente o conceito de avaliação formativa como elemento chave e regulador dos processos de ensino e de aprendizagem. O autor explica como as práticas de avaliação dependem e espelham as concepções e práticas de ensino, aprendizagem e avaliação do nosso sistema educativo. Na secção, intitulada Dos Fundamentos e das Práticas, o leitor encontra, aspectos de fundamentação teórica com diversas referências que permitem ulterior aprofundamento. Nessa mesma secção, os professores poderão, também, esclarecer e aprofundar tanto questões relacionadas com a terminologia utilizada no programa (portfolio como estratégia de avaliação, papel e natureza do feedback, por exemplo) como, especialmente, compreender as sugestões que visam a integração das estratégias de ensino e de recolha de dados para avaliação dos alunos. O livro contém uma secção dedicada aos processos de avaliação externa à escola, bem como, uma outra, onde o autor apresenta uma agenda de desafios e propostas de intervenção que visam contribuir para a resolução de alguns dos problemas que ao longo da obra se identificam e discutem.

GONZÁLEZ GARCIA, M., LÓPEZ CEREZO, J., LUJÁN LÓPEZ, J. (1996) *Ciencia, Tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Editorial Tecnos S. A. ISBN: 84-309-2797-2

Obra para professores, de aprofundamento, que oferece uma visão geral sobre áreas de estudo CTS e perspectivas de educação CTS, enquanto campos que têm vindo a adquirir uma crescente importância tanto a nível académico como institucional. A primeira parte da obra contém dez capítulos, onde se apresentam e discutem, por exemplo, aspectos históricos, conceitos gerais, áreas de discussão, tendências recentes e críticas externas aos estudos CTS. Na segunda parte são apresentados cinco textos onde, entre outros aspectos, se analisam questões éticas em ciência e tecnologia, educação CTS nos níveis secundário e universitário, investigação biomédica e tecnologias da reprodução ou, ainda, aspectos de participação pública em política tecnológica e ambiental.

JIMÉNEZ, P. (Coord.) (2003) *Enseñar ciencias*, Barcelona, Editorial Graó. ISBN: 84-7827-285-2

O livro pretende ser uma ferramenta didáctica para os professores de ciências. Na primeira parte são discutidos aspectos chave para o ensino das ciências, tais como a construção do conhecimento e conhecimentos de ciências, a comunicação e a linguagem nas aulas de ciências, a resolução de problemas e os trabalhos práticos. Na segunda parte são apresentadas aspectos específicos de ensino de biologia, geologia, física e química.

MARQUES, L. & PRAIA, J. (coord) (2001) *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*, Aveiro, Universidade de Aveiro. ISBN: 972-789-036-9

Inclui um conjunto de textos entre os quais destacamos “Towards an Earth-Environmental Science Education for all aged 14-16” de David P. Thompson, “Global Science Literacy in the Secondary School Curriculum” de Victor J. Mayer e “A educação em Ciências da Terra: da teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem” de Nir Orion.

MEMBIELA, P. (Ed.) (2001) *Enseñaza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología - Sociedad: formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea S. A. Ediciones. ISBN: 84-277-1390-8

Obra para professores. Reúne textos em castelhano e português. Pretende divulgar o movimento Ciência - Tecnologia - Sociedade na península Ibérica, chamando a atenção para a pertinência deste campo de interesse no ensino das ciências nos níveis básico e secundário. Na primeira parte discutem-se os seguintes aspectos: a ciência como cultura, a alfabetização científica; a educação científica para o desenvolvimento sustentável; as relações da ciência com a tecnologia e a sociedade; a aprendizagem das ciências e o exercício da cidadania; o movimento CTS na instrução das ciências. Na segunda parte comenta-se a presença CTS na instrução obrigatória em Portugal e Espanha. Na terceira parte são analisadas as atitudes e as crenças dos estudantes relacionados com a ciência, a tecnologia e a sociedade, e a formação dos professores nesta perspectiva. A quarta parte é centrada nos projectos curriculares de orientação CTS, como o projecto Salters, projecto APQUA e o projecto Ciência através de Europa. O livro finaliza com uma reflexão sobre o papel das interações CTS no futuro da educação em ciências.

MARTINS, J. & AMADOR, F. (2001) Águas subterrâneas: uma abordagem metodológica, *Cadernos Didácticos*, nº2, Lisboa, DES/ME.

Este texto proporciona uma abordagem teórica, em termos de hidrogeologia, em simultâneo com preocupações metodológicas, sugerindo inúmeras actividades práticas.

MINTZES, J., WANDERSEE, J. & NOVAK, J. (Coords.) (2000) *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*, Lisboa, Plátano. ISBN: 972-707-264-X

O texto apresenta, de modo acessível, aspectos de fundamentação teórica e empírica que suportam os modelos construtivistas de ensino e de aprendizagem das ciências. Sugere estratégias de intervenção, baseadas na teoria, destinadas a promover a reestruturação dos conhecimentos e a aprendizagem significativa. A última secção é especialmente destinada a ajudar os professores a reflectirem sobre as suas próprias práticas e a avaliarem criticamente novas formas de ensinar ciências.

OLIVEIRA, M. (Coord.) (1991) *Didáctica da Biología*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN: 972-674-060-6

Os vários autores apresentam de forma sintética alguns dos aspectos que nos últimos anos têm sido alvo de investigação didáctica (por exemplo, Concepções Alternativas, Mudança Conceptual, Modelos de Ensino,...). Os textos fornecem elementos que podem ajudar os professores a analisar criticamente as suas práticas.

PEDRINACI, E. (2001) *Los procesos geológicos internos*, Madrid, Ed. Síntesis.

Obra especialmente dirigida aos professores. Recolhe resultados de investigações recentes no domínio do ensino da Geologia.

PEDRINACI, E., POZO, I. SAN MARTÍ, N., VILCHES, A. (1997) *La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundária*, Barcelona, ICE/HORSORI.

Trata diversos temas relacionados com o ensino e a aprendizagem das ciências, tais como as atitudes dos alunos face às ciências e as relações ciência, tecnologia e sociedade, resolução de problemas e actividades de laboratório, o trabalho de campo e a avaliação como instrumento para melhorar o processo de aprendizagem das ciências.

POZO, I. & GÓMEZ CRESPO, A., (1998) *Aprender y Enseñar Ciencia*, Madrid, Morata.

Esta obra aborda a aprendizagem e ensino das ciências numa perspectiva, em simultâneo, psicológica e didáctica. Identifica os principais problemas relacionados com a aprendizagem e o ensino das ciências, destacando também a aprendizagem de atitudes e procedimentos. São igualmente abordadas as dificuldades de compreensão de conceitos científicos e a necessidade de promoção da mudança conceptual.

PRAIA, J. & MARQUES, L. (1995) *Formação de Professores*, Série Ciências, n.º 1, Aveiro, Universidade de Aveiro.

Obra especialmente dirigida a professores, aborda numa perspectiva histórica a Teoria da Deriva dos Continentes e a Teoria da Tectónica de Placas. Além de permitir uma melhor compreensão da construção do conhecimento geológico fornece elementos que os professores poderão utilizar nas suas aulas.

REBELO, D. & MARQUES, L. (2000) *O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores – Situação exemplificativa para o Cabo Mondego*, Cadernos Didácticos, Série Ciências, Aveiro, Universidade de Aveiro. ISBN: 972-789-016-4

Livro com alguma informação útil para a organização de saídas de campo integradas no currículo.

SEQUEIRA, M. e outros (Org.) (2000) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*, Braga, Universidade do Minho. ISBN: 972-8098-71-5

Actas do Congresso que decorreu de 22 a 24 de Março de 2000, na Universidade do Minho. Contém vários contributos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre a educação em ciências. Possui, também, diversos relatos de actividades práticas e experimentais, desenvolvidas por professores com os alunos.

SERRA, J. (coord.) (2000) *Ensino Experimental das Ciências*, Lisboa, DES/ME.

Esta publicação do DES tem como objectivo contribuir para o desenvolvimento de competências científicas e didácticas com vista à concretização de actividades práticas numa perspectiva investigativa e interdisciplinar. São apresentadas actividades na área da Geologia.

VALADARES, J. & GRAÇA, M. (1998) *Avaliando para melhorar a aprendizagem*, Lisboa, Plátano.

Aborda a problemática da avaliação da aprendizagem numa perspectiva construtivista. Além de fornecer uma fundamentação teórica também apresenta aspectos da componente prática da avaliação.

TRINDADE, V. (coord.) (1999) *Metodologias do Ensino das Ciências – Investigação e Prática dos Professores*, Évora, Secção de Educação do Departamento de Pedagogia Educação, Universidade de Évora. ISBN: 972-98136-0-4

Obra relativa ao VI Encontro Nacional de Professores de Ciências da Natureza, realizado na Universidade de Évora, em Dezembro de 1997. Está organizada em cinco capítulos, correspondentes às cinco secções da estrutura do Encontro e versa assuntos como, por exemplo, a Formação de Professores, o ensino-aprendizagem das Ciências e a Epistemologia e a História das Ciências, recursos educativos, entre outros.

VERÍSSIMO, A., PEDROSA, A., RIBEIRO, R. (Coord.) (2001) *Ensino Experimental das Ciências: (re)pensar o ensino das ciências*, Lisboa, Departamento do Ensino Secundário. ISBN: 972-8417-73-X

Publicação que reúne textos de diversos autores. Alguns são contributos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre o papel das actividades práticas (nomeadamente as de natureza laboratorial, experimental e de campo) na educação em ciência. Outros discutem a importância da educação científica nos tempos actuais, bem como o seu contributo para a promoção da cultura e da cidadania.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.comciencia.br/reportagens/espaco/esp15.htm>

Site em língua portuguesa com referências a algumas conquistas do Espaço realizadas no século XX. Com ligação a sites em língua inglesa.

<http://www.portaldoastronomo.org/tema75.php>

Espaço de divulgação científica na área da Astronomia e Astrofísica. Apresenta notícias actuais sobre a exploração espacial.

<http://www.uc.pt/iguc/atlas/05terra.htm>

Atlas on-line sobre o Sistema Solar. Contém imagens relativas ao Universo e aos diferentes astros do Sistema Solar.

<http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/>

Página do Serviço Geológico dos Estados Unidos, focalizada principalmente nos riscos geológicos em regiões vulcânicas (em inglês).

http://neic.usgs.gov/index_esp.html

Site com informação actualizada sobre a localização e magnitude dos terremotos mais significativos a nível mundial (em inglês e espanhol).

<http://hvo.wr.usgs.gov/>

Site do Hawaiian Volcano Observatory – USGS, com informação diversa sobre diferentes vulcões. Contém também algumas sugestões didácticas (por exemplo construção de modelos de vulcões, propostas de saída de campo virtuais, ...) e foto-glossário de termos de vulcanologia.

<http://volcano.und.nodak.edu/>

Contém informação relevante do ponto de vista educacional relativa a diferentes aspectos da vulcanologia (em inglês).

<http://www.volcano.si.edu/>

Apresenta informação actualizada sobre a actividade vulcânica que ocorre a nível mundial (em inglês).

<http://www.cv.uac.pt/intro.php>

Site do Centro de Vulcanologia da Universidade dos Açores. Contém informação actualizada sobre a actividade sísmica e vulcânica dos Açores e ligações a sites como o do USGS – Wordwide Earthquake Activity e ao EU-MED – European Mediterranean Seismological Centre.

<http://www.geopor.pt/>

Apresenta sugestões de actividades práticas (laboratório, museus, campo) e imagens ilustrativas da geologia de Portugal.

<http://www.astromia.com/solar/sistemasolar.htm>

Site com informação relativa ao Universo e Sistema Solar, com destaque para o planeta Terra. São abordados aspectos como: origem e evolução do planeta Terra, minerais e rochas, hidrosfera, atmosfera e erosão (em espanhol).

<http://www.igm.ineti.pt/default.htm>

Endereço do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

<http://www.oceanus.web.pt/index.htm>

Site com informação sobre alguns dos problemas com que os ecossistemas se deparam (oceanos, rios, ...).

<http://www.actionbioscience.org/index.html>

Recurso educativo do Instituto Americano de Ciências Biológicas (AIBS). Contém artigos sobre biodiversidade, ambiente, educação, entre outros. Alguns artigos têm versão em espanhol.

<http://www.biorede.pt>

BIOREDE, informação sobre Biologia com interesse didático e científico, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

<http://www.zoo.utoronto.ca/able/proc/contents.htm>

Site da Association for Biology Laboratory Education.

<http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/index.html>

Contém informação adequada a este nível de ensino sobre ecossistemas e cadeias alimentares, bem como algumas sugestões de actividades práticas.

http://sites.unisanta.br/teiadossaber/apostila/biologia/Cadeias_e_Teias_Alimentares-Teorica2808.pdf

Apresenta informação sobre cadeias e teias alimentares acessível a alunos deste nível de ensino.

<http://geocities.yahoo.com.br/starweb10br/index.html>

Site com informação diversificada sobre ecossistemas (por exemplo, nicho ecológico, cadeias alimentares, poluição).

<http://vlib.org/Biosciences.html>

The Virtual Library (Biblioteca virtual de Ciências da Vida) artigos sobre problemáticas abordadas no programa.

<http://www.pitt.edu/~poole/biology.html>

Secondary Education Resources-Science-Biology (catálogo de recursos da University of Pittsburgh).

<http://fossilport.planetaclix.pt/main-pt.htm>

Site com fósseis do território nacional. Apresenta ligações a outros sites sobre a mesma temática.

<http://www.abcdaeecologia.hpg.ig.com.br/>

Site com informação sobre poluição (ar, água, ...), ecologia (efeito de estufa, alterações climáticas, reciclagem de resíduos, ...).

<http://www.gpca.com.br/gil/>

Contém informação diversificada sobre ecologia e agressões antropogénicas.

<http://www.arena.com.pt/index.html>

Endereço da Agência Regional da Energia da Região Autónoma dos Açores.

<http://www.ambientebrasil.com.br/>

Contém informação diversificada sobre o meio ambiente.

http://www.aalborgplus10.dk/media/charter_portuguese.pdf

Carta das cidades europeias para a sustentabilidade.

<http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/>

Contém informação relativa ao corpo humano (morfofisiologia, desequilíbrios, ...).

http://www.rede-nonio.min-edu.pt/1cic/agrup_ovar/corpo.htm

Contém informação relativa ao corpo humano possuindo hiperligações para diversos *sites*

<http://www.bsccs.org/>

Endereço oficial de Biological Sciences Curriculum Study.

<http://www.fi.edu/tfi/units/life/>

The Franklin Institute Science Museum (com diversos links úteis para alunos e professores).

Revistas

Fórum Ambiente, Caderno Verde - Comunicação AS, Porto.

OZONO—Revista de Ecologia, Sociedade e Protecção da Natureza, Costa do Castelo S.A., Lisboa.

National Geographic Magazine, Washington (existe edição portuguesa).

Science & Vie, Science & Vie, Excelsior Publications S.A., Paris.

Scientific American, Scientific American, inc., Nova Iorque.

Pour la Science, (ed. francesa de Scientific American), Éditions Belin, Paris.

La Recherche, La Société D'Éditions Scientifiques, Paris.

Enseñanza de las Ciencias, I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, AEPECT, Madrid.

Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales, Graó, Barcelona.

Journal of Biological Education, Institute of Biology, Londres.

The American Biology Teacher, National Association of Biology Teachers, Reston, VA

Guias de campo e laboratório para identificação de seres vivos

Guias Fapas:

Anfíbios e Répteis de Portugal

Árvores de Portugal e Europa

Aves de Portugal e Europa

Fauna e Flora do Litoral de Portugal e Europa (entre outros)

Pequenos guias da Natureza, Lisboa, Plátano, Edições Técnicas.

Árvores;

Flores Silvestres;

Insectos;

Cogumelos;

Vida Animal nos Rios e nos Lagos;

(entre outros)

Livros de divulgação científica

DAWKINS, R. (1988) *O Relojoeiro Cego*, Lisboa, Edições 70.

CORREIA, C. (1999) *O Mistério dos Mistérios – uma história breve das teorias de reprodução animal*, Lisboa, Relógio D'Água Editores.

GALOPIM de CARVALHO, A. (2000) *Sopas de Pedra*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.

GOULD, S. (1980) *O Polegar do Panda*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.

GOULD, S. (1991) *A Feira dos Dinossáurios*, Sintra, Publicações Europa-América Lda.

- JACQUARD, A. (1998) *A Equação do Nenúfar – os prazeres da ciência*, Lisboa, Terramar Ed.
- JACOB, F. (1985) *A Lógica da Vida* (2ª Ed), Lisboa, Publicações Dom Quixote.
- JACOB, F. (1985) *O Jogo dos Possíveis* (3ª Ed), Lisboa, Gradiva Publicações Lda..
- JACOB, F. (1997) *O Ratinho a Mosca e o Homem*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- SAGAN, C. (1997) *Um Mundo Infestado de Demónios*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- SOUTULLO, D. (1998) *De Darwin al ADN – ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología*, Madrid, Talasa Ediciones S.A.
- WILSON, E. (1997) *A Diversidade da Vida*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.

Parte II

Módulos

Índice:

	Página
Módulo 1 A Terra é um Planeta Especial	22
Módulo 2 Os Seres Vivos Utilizam a Terra	33
Módulo 3 É Preciso Cuidar da Terra	42
Módulo 4 O Organismo Humano é um Sistema	48

MÓDULO 1

A Terra é um Planeta Especial

Duração de Referência: **25 horas**

1 | Apresentação

Neste módulo, a Terra é perspectivada à escala do Universo, como um pequeno planeta do Sistema Solar, onde ocorrem fenómenos naturais que o homem não consegue dominar. Sismos, vulcões, queda de meteoritos, desabamentos de terrenos ou erosão costeira, são fenómenos que afectam a vida de muitos seres humanos, despertam o interesse do público em geral, levantam diversas interrogações e envolvem grande investimento científico.

O conhecimento que hoje se tem do Universo ou da dinâmica do nosso planeta, e a forma como esse conhecimento tem evoluído não podem ser dissociados dos avanços científico-tecnológicos que aconteceram nos últimos anos, nem dos interesses sociais e económicos que envolveram e contextualizaram o investimento humano que permitiu a sua génese.

Com o estudo de algumas das características dos planetas do Sistema Solar pretende-se que o aluno reconheça que a Terra tem semelhanças com os demais planetas, mas também possui condições que a tornam um planeta especial onde é possível existir vida.

A abordagem da Terra como um sistema visa o estudo integrado dos fenómenos e dos processos que caracterizam a sua dinâmica interna e externa. Assim, neste módulo, estudam-se alguns aspectos da actividade sísmica e vulcânica, enquanto manifestações da dinâmica interna do planeta, assim como a acção de agentes erosivos, nomeadamente os relacionados com o ciclo hidrológico, que fornecem evidências da sua dinâmica externa.

A integração do estudo dos agentes de geodinâmica interna e externa tem por objectivo permitir abordar, de uma forma geral e simplificada, a génese dos diferentes tipos de rochas e introduzir o conceito de ciclo das rochas.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o reconhecimento do carácter provisório do conhecimento científico e da sua importância social;
- o conhecimento de factos e conceitos básicos sobre a localização da Terra no Universo e no Sistema Solar e exemplos da sua dinâmica interna e externa;
- a interpretação de fenómenos naturais com impacte social mobilizando saberes de natureza científica e/ou tecnológica;
- a manipulação de materiais ou instrumentos simples que permitam a simulação e interpretação de processos geológicos;
- a compreensão da importância de alguns aspectos do trabalho científico, nomeadamente o papel dos problemas, das hipóteses e da teoria, bem como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de procedimentos laboratoriais;
- a produção de documentos que traduzam processos pessoais de apropriação de conceitos científicos.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Perspectivar a localização da Terra no Universo e no Sistema Solar, relacionando as suas características com os demais corpos do Sistema Solar.
- Reconhecer que os sismos e os vulcões são manifestações da dinâmica interna do planeta e que a sua localização preferencial se relaciona com as zonas de contacto das placas que formam a superfície da Terra.
- Compreender que à superfície da Terra, a acção de diversos agentes, como por exemplo a água e os seres vivos, provocam a alteração das rochas e modificam o relevo e/ou a morfologia do planeta.
- Relacionar as características de uma erupção vulcânica, nomeadamente a forma do seu edifício vulcânico e os materiais expelidos, com as propriedades do magma que lhe deu origem.
- Interpretar relatos de fenómenos sísmicos e vulcânicos, mobilizando terminologia científica adequada.
- Identificar riscos e benefícios associados às actividades sísmica e vulcânica.
- Distinguir, quanto à génese, rochas sedimentares, magmáticas e metamórficas, integrando esses processos no ciclo litológico.
- Planificar, executar e interpretar actividades laboratoriais/ experimentais simples.
- Utilizar fontes diversificadas para pesquisar, organizar e sintetizar informação.
- Elaborar documentos ou artefactos que traduzam processos de apropriação de conhecimentos (por exemplo, memórias descritivas e interpretativas de trabalhos práticos realizados, documentos síntese de informação pesquisada, *posters*, modelos analógicos, ...).
- Reconhecer que o conhecimento científico está em constante evolução e que este depende dos contextos sociais, tecnológicos e culturais da época em que é construído.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- O Sistema Solar integra um sistema complexo de astros, designado galáxia e esta, por sua vez, faz parte de outros sistemas mais vastos, nomeadamente o enxame de galáxias. A Terra é, assim, um pequeno planeta à escala do Universo.
- O Sistema Solar é constituído por diversos astros – planetas principais e secundários, asteróides e cometas – que gravitam em torno da estrela Sol.
- As características do planeta Terra (por exemplo, dimensão, distância ao sol, presença e constituição da sua atmosfera,...) são diferentes das dos outros planetas e fazem dele um planeta que reúne as condições ideais para a existência de vida.
- A Terra fornece aos seres vivos as condições que eles necessitam para viver, nomeadamente, temperaturas amenas, água no estado líquido e oxigénio na atmosfera.
- A superfície da Terra está constantemente a ser modificada por fenómenos naturais. Uns actuam de forma brusca (por exemplo, sismos ou vulcões), outros de forma lenta e gradual (por exemplo, a erosão costeira causada pela água do mar).
- A acção dos agentes erosivos, como por exemplo a água, evidencia a dinâmica externa da Terra. A água dos rios ou dos mares altera as rochas, desagrega-as em partículas, podendo transportá-las para locais distantes.
- As rochas sedimentares podem formar-se por acumulação de detritos, provenientes de outras rochas ou de seres vivos, ou pela precipitação química de substâncias dissolvidas na água.
- As características das rochas reflectem as condições em que se formaram e as transformações que sofreram, pelo que são testemunhos da actividade da Terra.

- A energia libertada durante um sismo propaga-se na forma de ondas sísmicas a partir do hipocentro, em todas as direcções. O epicentro é o local onde o sismo se faz sentir com maior intensidade.
- As ondas sísmicas atravessam o interior da Terra podendo ser registadas em estações sismográficas situadas em diferentes locais do globo. O estudo dos sismogramas por especialistas permite localizar o epicentro e estimar a energia libertada.
- Os sismos podem ser avaliados em termos da sua intensidade (expressa na Escala de Mercalli modificada) que traduz os estragos provocados e em termos da sua magnitude (expressa na Escala de Richter) que traduz a energia libertada.
- As características das erupções vulcânicas, nomeadamente a natureza dos materiais libertados e a forma dos aparelhos vulcânicos (cratera, chaminé, cone, câmara magmática) dependem das características do magma.
- O magma que arrefece lentamente sem chegar à superfície origina rochas magmáticas plutónicas; quando o magma chega à superfície origina lavas que arrefecem de forma rápida em contacto com o ar ou a água, originando rochas magmáticas vulcânicas. O desenvolvimento dos cristais dos minerais destas rochas é maior se o arrefecimento for lento. A cor das rochas depende da composição do magma que lhes deu origem.
- Os sismos e os vulcões reflectem a dinâmica interna do planeta Terra. Localizam-se, preferencialmente, nos limites das placas tectónicas e estão associados aos seus movimentos. Os Açores são a zona do território nacional onde ocorre maior número de episódios sísmicos e, também, onde existem manifestações activas de vulcanismo.
- As rochas metamórficas originam-se quando outras rochas ficam sujeitas a condições que alteram o seu equilíbrio. As tensões, a temperatura e o tempo são os factores que melhor explicam a sua génese a partir de outras rochas.
- As rochas sofrem alterações e podem modificar-se originando outras com diferente aspecto e propriedades. O ciclo litológico corresponde ao conjunto dessas transformações que ocorrem na natureza.

Conteúdos Procedimentais

- Análise de aspectos relativos à exploração espacial que permitam compreender que esta é influenciada por factores de natureza social, económica e política, entre outros.
- Interpretação de tabelas simples e/ou imagens com dados relativos aos diferentes planetas do Sistema Solar.
- Discussão de, pelo menos, duas características que distinguem a Terra dos demais planetas do Sistema Solar e possibilitam a existência de vida.
- Análise e interpretação de dados recentes sobre a actividade vulcânica e sísmica, a nível nacional e mundial, obtidos em fontes diversificadas (*internet*, jornais, revistas, fotografias e/ ou vídeos...).
- Interpretação de dados sobre a localização dos sismos e vulcões e sua relação com a mobilidade das placas litosféricas.
- Recolha e organização de dados de natureza diversa (bibliográficos, *internet*,...) relativos aos desafios que se colocam às populações que habitam locais de elevado risco sísmico e/ou vulcânico, nomeadamente as medidas a adoptar aquando da sua ocorrência.
- Observação, caracterização e distinção de diferentes tipos de rochas, em amostras de mão (basalto, pedra-pomes, granito, gabro, areia, arenito, calcário, carvão, xisto, mármore) atendendo, por exemplo à granularidade e à cor, para inferir aspectos da sua génese.
- Planificação, execução e interpretação de actividades laboratoriais/ experimentais simples.
- Elaboração de memórias descritivas de trabalhos práticos realizados (relatórios, síntese de dados pesquisados, *posters*, ...).
- Construção de organizadores gráficos simples (por exemplo mapas de conceitos) que explicitem relações conceptuais entre conceitos.

- Construção de modelos, com materiais diversos, representativos de aspectos geológicos (por exemplo a estrutura de um aparelho vulcânico) e reveladores de processos de mobilização criativa de conceitos estudados.

Conteúdos Atitudinais

- Reconhecimento do carácter provisório e inacabado do conhecimento, cuja evolução depende das relações que a ciência estabelece com a tecnologia e com a sociedade.
- Curiosidade em conhecer e analisar fontes acessíveis onde sejam divulgadas descobertas ou factos científicos relacionados com os temas em estudo.

5 | Orientações metodológicas

Recomenda-se que a abordagem dos conteúdos relativos a este módulo se inicie com uma actividade que vise a problematização e a integração dos vários temas, permitindo, também, que os alunos explicitem as ideias e/ou conhecimentos que já possuem.

Para tal, propõe-se a selecção de algumas notícias relacionadas com aspectos de dinâmica interna e externa do planeta, como por exemplo relatos de episódios de natureza vulcânica ou sísmica, colisão de meteorito (ou estudo da probabilidade de ocorrer), desmoronamento de arribas costeiras.

Deverá prever-se a necessidade de simplificar os textos das notícias, reduzindo-os ao essencial, apostando em manter a terminologia científica adequada ao nível de aprofundamento dos diferentes temas, excluindo os aspectos meramente mediáticos.

Esta estratégia inicial deverá proporcionar a formulação de questões interessantes para os alunos, servindo para articular as aprendizagens das diferentes temáticas previstas neste módulo.

Qual a posição da Terra no Universo? Que astros podem colidir com a Terra?

Que factores modificam o relevo ou a morfologia da superfície da Terra?

Que rochas existem na Terra? Que alterações podem sofrer? Como se formaram?

Porque existem sismos e vulcões? Em que locais podem ocorrer? Podemos prevêê-los?

Nesta fase inicial, pretende-se, essencialmente, motivar e envolver os alunos, ajudando-os a perspectivar a dinâmica da Terra de uma forma globalizante. As notícias ou documentos utilizados podem ser revisitados e estudados com mais cuidado aquando da exploração da temática a que respeitam.

Apresentam-se, em seguida, exemplos de orientações para a exploração das diversas temáticas. Para cada caso, valoriza-se a permanente articulação com a estratégia inicial e a formulação de novas questões, progressivamente mais simples, que permitam orientar as diversas actividades de ensino-aprendizagem. Destaca-se a importância de privilegiar a organização dos alunos em grupos de trabalho, ajustando o grau de abertura das tarefas às suas competências de autonomia e gestão.

Como é constituído o Sistema Solar?

O que distingue a Terra e os demais planetas do Sistema Solar?

Por que razão não há vida nos outros planetas do Sistema Solar?

Que factores têm condicionado o estudo do Universo e do Sistema Solar?

- Recolha, organização e interpretação de dados obtidos em fontes diversificadas (filmes e livros de ficção e/ ou divulgação científica, internet, CR-ROM,...), individualmente ou em pequenos grupos, relativos à constituição do Universo e do Sistema Solar.
- Realização de pequenos debates, no grupo turma, sobre a exploração espacial, a evolução do conhecimento científico e as relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade, no sentido do aluno compreender alguns dos factores que influenciam o desenvolvimento deste tipo de conhecimento.
- Análise e interpretação de tabelas com dados relativos a algumas das características da Terra e de outros planetas do Sistema Solar e de imagens da sua superfície, no sentido de os alunos compreenderem a razão pela qual a Terra é um planeta muito especial. Importa explorar as características da Terra que asseguram as condições necessárias à vida (por exemplo, a temperatura média à superfície, os estados físicos da água e a presença de oxigénio na atmosfera).

De que modo a água pode contribuir para alterar o relevo/ a morfologia da superfície terrestre?

Que locais da Terra estão mais sujeitos à acção de agentes erosivos?

Como é que a água pode alterar as rochas? O que acontece aos sedimentos que a água transporta?

- Exploração de fotografias/ notícias de diversos locais cuja morfologia esteja relacionada com a acção erosiva, de transporte ou de deposição de sedimentos pela água. Por exemplo, vales fluviais ou glaciares, depósitos de areias fluviais ou marítimas, desmoronamentos de arribas costeiras, marmitas de gigante, grutas, campos de lapiás, A problematização e interpretação da informação servirá para os alunos compreenderem que as rochas se alteram e que os sedimentos resultantes podem ser transportados e depositados em locais relativamente distantes.
- Planificação, execução e interpretação de actividades laboratoriais de simulação de processos relacionados com a formação das rochas sedimentares. Apresentam-se diversos exemplos que o professor deverá seleccionar face ao tempo e recursos disponíveis e respectivas potencialidades face às características particulares dos alunos ou do meio onde se inserem.
 - Simulação de transporte de sedimentos por acção de uma corrente de água. Observação, descrição e interpretação do comportamento dos sedimentos face às variáveis introduzidas (energia da água; declive do plano de escorrência; calibre, forma ou natureza dos sedimentos).
 - Simulação de deposição gradada de sedimentos em coluna de acrílico ou proveta. Interpretar os acontecimentos após a simulação e na aula seguinte, onde a realização de novo episódio de deposição pode servir para introduzir o conceito de sobreposição de estratos.
 - Simulação de estalactites por precipitação de sais em soluções saturadas.
- Observação e caracterização de rochas sedimentares em amostras de mão. Importa proporcionar a observação de amostras de rochas com diferente aspecto e origem. A selecção das amostras a estudar dependerá dos recursos e tempo disponíveis, da natureza geológica da região onde a escola se insere, bem como das competências dos alunos, sem prejuízo da observação de amostras de mão de areia, arenito, calcário e carvão.

O que são sismos e vulcões? Quais as zonas do território nacional mais afectadas? Por que razão os sismos / vulcões não são todos iguais?

Como se formam os tsunamis/ maremotos?

Como é constituído um vulcão? Que materiais são expelidos pelos vulcões?

De que modo as actividades vulcânica e sísmica afectam as populações humanas? Como diminuir os riscos associados a estes fenómenos?

- Exploração detalhada de uma notícia (real ou reconstruída) sobre um episódio sísmico que permita a aprendizagem contextualizada de alguma terminologia básica (epicentro, hipocentro, intensidade sísmica e magnitude, onda sísmica e sismógrafo, por exemplo). Sugere-se que os alunos, individualmente ou em grupo, organizem os *novos* conceitos em organizadores gráficos, como por exemplo mapas de conceitos.
- Comparação da morfologia de diferentes aparelhos vulcânicos; recolha das explicações dos alunos, formulação de hipóteses, pesquisa de informação, construção de modelos em materiais diversos e, eventualmente, planificação e execução de uma actividade laboratorial simples de simulação da formação de um cone vulcânico. O resultado dos trabalhos deve ser discutido na turma e ser alvo de registo estruturado por parte dos alunos.
- Problematização da origem dos materiais expelidos pelos vulcões e das características das rochas que resultam do seu arrefecimento. Importa distinguir as condições de arrefecimento brusco que ocorrem no exterior com aquelas que ocorrem no interior da crosta e permitem a solidificação dos magmas. O conceito de rochas magmáticas vulcânicas e plutónicas poderá ser construído na sistematização da informação decorrente desta abordagem.
- Observação e caracterização de amostras de mão de rochas magmáticas vulcânicas e plutónicas, relacionando o tamanho dos cristais com as condições que presidiram à sua génese (local e velocidade de arrefecimento). Importa proporcionar a observação de amostras de rochas com cor clara e escura, relacionando esse facto com a distinta composição dos respectivos magmas. A selecção das amostras a estudar dependerá dos recursos e tempo disponíveis, da natureza geológica

da região onde a escola se insere, bem como das competências dos alunos, sem prejuízo da observação de amostras de mão de basalto, pedra-pomes, granito e gabro.

- Planificação, realização e execução de actividades laboratoriais de formação de cristais. Entre outras possíveis, sugere-se a fusão de enxofre e seu arrefecimento em diferentes condições.
- Recolha e organização de informação com vista à realização de *posters* e/ou debates sobre: as consequências da actividade vulcânica ao nível das populações; as possibilidades de prevenção e minimização de riscos sísmicos e vulcânicos; os recursos associados à actividade vulcânica, nomeadamente as potencialidades destes recursos no território nacional, como por exemplo o aproveitamento de energia geotérmica (estes aspectos podem ser abordados neste módulo ou no módulo 3, integrando o estudo das formas de energia renováveis e alternativas à utilização dos combustíveis fósseis).

Porque ocorrem os sismos e os vulcões? Em que locais do planeta são mais frequentes?

- Análise e interpretação de cartas de distribuição de sismos e vulcões a nível mundial identificando zonas de maior risco. Esta análise permitirá introduzir a ideia de uma superfície terrestre dividida em placas, que se movem, nomeadamente, de forma convergente e divergente. Recomenda-se que a actividade vulcânica e sísmica no território nacional não seja esquecida, com particular destaque para a que ocorre no arquipélago dos Açores.

O que acontece às rochas que ficam sujeitas a forças?

Que tipos de rochas existem? Por que são diferentes? Como se formaram? Que idade possuem? Que informações nos fornecem?

A recapitulação das aprendizagens inerentes às actividades já descritas, deverá contextualizar a construção do conceito de rochas metamórficas pelos alunos. A ocorrência de intrusões magmáticas e de deformações resultantes de forças tectónicas poderão ser referências suficientes para que os alunos perspetivem fenómenos de natureza metamórfica nas rochas.

- Observação de amostras de mão de rochas metamórficas foliadas e não foliadas. A selecção das amostras a estudar dependerá dos recursos e tempo disponíveis, da natureza geológica da região onde a escola se insere, bem como das competências dos alunos, sem prejuízo da observação de amostras de mão de xisto e mármore.
- Organização de um diagrama tridimensional, relativo ao ciclo das rochas, incluindo as amostras de mão estudadas, legendas e setas em cartão (ou noutro material), bem como integrando outros elementos resultantes dos trabalhos realizados pelos alunos neste módulo (fotografias dos trabalhos práticos, modelos de vulcões, ...).

6 | Sugestões de avaliação

Todas as actividades sugeridas permitem a recolha de dados para avaliação. Nalguns casos permitem a elaboração de trabalhos pelos alunos, o que facilita a sua análise retrospectiva pelo professor; noutros exigem que o docente preveja formas mais ou menos estruturadas de observação. Em qualquer dos casos destacam-se os seguintes aspectos:

- diversificar as estratégias de recolha de dados,
- garantir que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal são consideradas e avaliadas;
- clarificar os critérios de sucesso inerentes aos desempenhos e/ou documentos solicitados aos alunos;
- averiguar o ponto de partida dos alunos e fornecer-lhes *feed-back* adequado à sua progressão, responsabilização e motivação.

A participação do aluno nos debates promovidos na turma poderá permitir ao professor recolher informação relativa ao desenvolvimento de diferentes capacidades (organização e estruturação de informação, utilização da língua portuguesa na comunicação oral,...) e, deste modo, a sua progressão em diferentes domínios da aprendizagem.

A construção de mapas de conceitos (ou outros organizadores gráficos), como referido nas sugestões metodológicas, afigura-se uma importante actividade de avaliação e auto-avaliação.

A elaboração de memórias descritivas e interpretativas dos trabalhos práticos realizados é considerada fundamental, devendo optar-se por definir formatos simples, flexíveis, mas sujeitos a um

plano coerente e previamente acordado. Importa monitorizar os desempenhos que os alunos apresentam na elaboração destes documentos, intervindo no sentido de os ajudar a ultrapassar obstáculos e a progredir.

Recomenda-se que a elaboração de questionários preveja questões de formato diversificado e traduza as experiências de aprendizagem proporcionadas aos alunos. Considera-se que a sua realização deve ocorrer preferencialmente integrada na sequência da aprendizagem. O número de questões, tempo de resposta disponibilizado e tipo de formulação deverão ser ajustados às competências dos alunos e à necessidade de garantir a sua progressão ao longo dos quatro módulos do programa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ALLÉGRE, C. (1987) *Da pedra à estrela*, Lisboa, Publicações Dom Quixote.

Partindo das controvérsias que animaram a pesquisa geológica, o autor aborda a estrutura da Terra e o tempo geológico. Examina, depois, a evolução do Sistema Solar, integrando nela o nosso planeta. Termina com o tratamento da evolução global da parte sólida da Terra, da hidrosfera e da atmosfera, bem como da origem da vida. Trata-se de uma ótima síntese, inovadora e escrita em linguagem acessível, que enquadra a visão geológica em domínios de grande abrangência interdisciplinar.

ALLÉGRE, C. (1993) *As Fúrias da Terra*, Lisboa, Relógio d'Água.

Para além de muita informação actualizada relativa aos temas tratados, o livro integra permanentemente os fenómenos vulcânicos e sísmicos na dinâmica das placas tectónicas. Aborda com detalhe aspectos históricos, articulando-os com os esforços actuais para a previsão e prevenção da ocorrência de erupções vulcânicas e de sismos. Leitura interessante para actualização destes temas.

ANDRADE, C., (1998) *Dinâmica, Erosão e Conservação das Zonas de Praia*, Lisboa, Parque Expo.

Aborda os problemas do litoral, a dinâmica das praias, a sua erosão e conservação.

ANGUITA, F. (1988) *Origen y historia de la Tierra*, Madrid, Rueda.

Livro baseado em três pilares fundamentais: a tectónica de placas, a perspectiva planetária e a interacção litosfera-atmosfera-biosfera, todos eles tratados com uma grande preocupação com a dimensão temporal.

ANGUITA, F. (1993) *Geología Planetária*, Madrid, Mare Nostrum.

Escrito para um público de professores, fornece, além de fundamentação teórica, um desenvolvimento didáctico onde são abordados aspectos relacionados com as principais dificuldades na aprendizagem do tema, sugerindo actividades.

ANGUITA, F. & MORENO, F. (1991) *Procesos Geológicos Internos*, Madrid, Rueda. ISBN: 84-720-063-8

Analisa processos geológicos como o magmatismo, o metamorfismo e a deformação, tendo como marco de referência a tectónica de placas.

ANGUITA, F. & MORENO, F. (1993) *Procesos Geológicos Externos y Geología Ambiental*, Madrid, Rueda. ISBN: 84-7207-070-0

Analisa os processos geológicos externos numa perspectiva ambiental.

BAKER, W. & HASLAM, A. (1992) *Experimenta! A Terra*, Lisboa, Livros do Brasil.

Livro para o aluno. Contém sugestões para a construção de modelo de placas tectónicas, aparelho vulcânico, simulação de formação de estalactites.

BONITO, J. (2000) *As actividades práticas no ensino das Geociências. Um estudo que procura a conceptualização*, Lisboa, IIE.

Este livro discute o papel didáctico das actividades práticas no ensino das Geociências, reflectindo sobre os seus objectivos e características.

BONITO, J. & TRINDADE, V. (1999) As actividades práticas laboratoriais em Geociências: importância, metodologia e práticas. *Metodologias do Ensino das Ciências: Investigação e Práticas dos Professores*, Évora, Universidade de Évora, pp. 303-326.

Livro para professores com algumas sugestões didácticas.

BRAHIC, A., HOFFERT, M., SCHAAF, A. & TARDY, M. (1999) *Sciences de la Terre et de l'Univers*, Paris, Vuibert.

Manual de nível universitário consagrado às Ciências da Terra e do Universo, colocando as geociências num quadro mais global.

CARON, M., GAUTHIER, A., SACHAAF, A., ULYSSE, J. & WOZNIK, J. (1995) *Comprendre et enseigner la Planète Terre*, Paris, Ophrys.

Texto básico que cobre as matérias de geologia geral.

CHERNICOFF, S., FOX, H., VENKATARRISHNAN, R. (1997) *Essentials of Geology*, New York, Worth Publishers.

O objectivo desta obra é providenciar uma introdução aos conhecimentos básicos de Geologia – tectónica de placas, geologia ambiental e recursos naturais e, também, geologia planetária.

ENCICLOPÉDIA ILUSTRADA DE AGOSTINI (2003) *A Terra – perguntas e respostas, curiosidades e recordes*, Sintra, Marus Editores – Portugal. ISBN: 972-730-295-5

Obra para o aluno, com texto muito simples e imagens apelativas.

ENCICLOPÉDIA VISUAL (1992) *Rochas e Minerais, Vulcões, n.º 2 e 27*, Lisboa, Editorial Verbo. ISBN: 972-22-1224-0

Livros acessíveis para os alunos, podendo apoiar diversas actividades, nomeadamente as de pesquisa. As ilustrações são de excelente qualidade e o texto possui terminologia acessível.

FORJAZ, V. (2000) *Vulcão Oceânico da Serreta*, S. Miguel, Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.

Publicação sucinta com notícias sobre o vulcão oceânico da Serreta, incluindo esquemas, mapas e fotografias.

GALOPIM de CARVALHO, A. (1996) *Geologia – Morfogénese e Sedimentogénese*, Lisboa, Universidade Aberta.

Através de uma abordagem geral dos sistemas terrestres e dos processos que neles ocorrem é definida uma fisionomia do planeta. O livro apresenta depois a alteração das rochas e a formação de solos, os agentes modeladores e a sedimentogénese, as rochas sedimentares e a sua classificação. Textos úteis para actualização global e consulta nos múltiplos domínios abordados.

GALOPIM de CARVALHO, A. (1996) *Geologia – Petrogénese e Orogénese*, Lisboa, Universidade Aberta.

Nesta publicação o autor reúne informação geológica relevante nos domínios do magmatismo, do metamorfismo e das rochas respectivas, da deformação e orogénese e da tectónica global, apresentando a respeito desta uma breve resenha histórica e alguns dados relativos à evolução da margem continental portuguesa e à tectónica global antemessozóica.

GASS, I., SMITH, P. & WILSON, R. (1978) *Vamos compreender a Terra*, Coimbra, Almedina.

Este livro de texto em português aborda diversos temas programáticos.

KRAFT, K., & KRAFT, M. (1990) *Volcans. Le réveil de la Terre*, Paris, Hachette.

Dois estudiosos apaixonados legaram-nos um livro com belas imagens e descrições pormenorizadas dos muitos vulcões e regiões vulcânicas que visitaram. Na introdução historiam a antiquíssima relação do Homem com os vulcões, a destruição da “Atlântida”, as sucessivas interpretações propostas para as erupções e os avanços conseguidos no seu estudo e previsão. Ao longo do livro, o efeito destruidor da actividade vulcânica é frequentemente confrontado com o carácter renovador e criador de condições de vida na Terra que ela encerra. Além de aspectos menos conhecidos e espectaculares do vulcanismo, são referidas a sua importância económica e a sua estreita ligação à tectónica de placas.

LIMA, F. (1998) *Introdução à Sismologia*, Aveiro, Universidade de Aveiro. ISBN: 972-8021-73-9

Livro em português que apresenta uma panorâmica geral e diversificada sobre sismologia.

MACDOUGALLI, J. (1998) *Uma História (breve) do Planeta Terra*, Lisboa, Editorial Notícias.

Trata-se de uma síntese muito interessante onde, à medida que a História da Terra é percorrida, o autor vai introduzindo e desenvolvendo conceitos básicos necessários à compreensão dos fenómenos e do dinamismo terrestre. A escrita é propositadamente simples e os termos técnicos são reduzidos ao mínimo, em favor dos conceitos respectivos.

MATTAUER, M. (1998) *Ce que disent les pierres*, Paris, Pour la Science.

Convite para um “passeio” ilustrado pelas rochas. A partir de uma série de 56 fotografias, associadas a texto e desenhos, reconstitui a história das rochas e dos grandes acontecimentos de que elas são testemunho.

MURCK, B. & SKINNER, B. (1999) *Geology Today*, New York, John Wiley & Sons.

Livro de carácter geral, com os temas apresentados de forma simples e sintética, realçando as relações entre os ciclos hidrológico, tectónico e litológico. Dedicar um capítulo ao papel dos geocientistas no estudo dos recursos terrestres, das catástrofes naturais e das alterações dos sistemas terrestres.

NUNES, J. (1998) *Paisagens geológicas dos Açores*, Ponta Delgada, Amigos dos Açores - Associação Ecológica. ISBN: 972-8144-03-2

Obra com informação diversificada sobre a actividade vulcânica nos Açores. Aborda temas como vulcanismo e ambientes tectónicos, génese e principais características das formas vulcânicas, meteorização e erosão das rochas vulcânicas, dinâmica das vertentes vulcânicas, e rede hidrográfica das regiões vulcânicas.

PEDRINACI, E. (2001) *Cómo funciona la Tierra: una perspectiva sistémica, Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, Monografía a Tierra como sistema*, nº 27, 47-57.

O autor aborda a Terra numa perspectiva sistémica e apresenta algumas propostas curriculares.

PRESS, F. & SIEVER, R. (1999) *Understanding Earth*, New York: W.H., Freeman and Company.

Depois de abordarem, com desenvolvimento equilibrado, múltiplos temas das Geociências, os autores dedicam os últimos capítulos aos recursos energéticos e minerais e aos sistemas e ciclos terrestres.

PROST, A. (1999) *La Terre. 50 expériences pour découvrir notre planète*, Paris, Belin. ISBN: 2-7011-2401-8

Este livro propõe 50 experiências, simples e fáceis de realizar, destinadas a “reproduzir” em laboratório alguns dos fenómenos geológicos.

SKINNER, B., PORTER, S., BOTKIN, D. (1999) *The Blue Planet*, New York, John Wiley & Sons.

Para além de uma abordagem generalista da temática geológica, os autores realçam a Terra enquanto sistema, as dinâmicas dos subsistemas terrestres e em particular da biosfera, com a sua história e ligações aos restantes subsistemas. Abordam ainda a problemática ligada aos recursos naturais e às mudanças produzidas pelas actividades humanas.

TAYLOR, B. (2001) *Rochas, Fósseis e Minerais* (Colecção Enciclopédia mini), Porto, Porto Editora Lda.

Livro acessível para os alunos. O texto é acessível e as ilustrações são muito apelativas e ilustrativas. Aborda, de forma simplificada, aspectos de dinâmica interna (sismos, vulcões e tectónica) e externa (especialmente a relacionada com a água), assim como rochas e minerais. O livro inclui ainda um CD-ROM com imagens de rochas, fósseis e minerais.

TARBUCK, E. & LUTGENS, F. (1997) *Earth Science*, New Jersey, Prentice-Hall.

Fomenta a compreensão dos princípios básicos das Ciências da Terra através de uma estrutura flexível composta por quatro unidades principais e independentes: A Terra sólida, os Oceanos, a Atmosfera e a Astronomia.

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M., FAIRCHILD, T., TAIOLI, F. (org.) (2000) *Decifrando a Terra*, São Paulo, Oficina de Textos. ISBN: 85-86238-14-7

Livro com texto em português que aborda diversos temas programáticos.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.comciencia.br/reportagens/espaco/espc15.htm>

Site em língua portuguesa com referências a algumas conquistas do Espaço realizadas no século XX. Com ligação a sites em língua inglesa.

<http://www.portaldoastronomo.org/tema75.php>

Espaço de divulgação científica na área da Astronomia e Astrofísica. Apresenta notícias actuais sobre a exploração espacial.

<http://www.uc.pt/iguc/atlas/05terra.htm>

Atlas on-line sobre o Sistema Solar. Contém imagens relativas ao Universo e aos diferentes astros do Sistema Solar.

<http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/>

Página do Serviço Geológico dos Estados Unidos, focalizada principalmente nos riscos geológicos em regiões vulcânicas (em inglês).

http://neic.usgs.gov/index_esp.html

Site com informação actualizada sobre a localização e magnitude dos terremotos mais significativos a nível mundial (em inglês e espanhol).

<http://hvo.wr.usgs.gov/>

Site do Hawaiian Volcano Observatory – USGS, com informação diversa sobre diferentes vulcões. Contém também algumas sugestões didácticas (por exemplo construção de modelos de vulcões, propostas de saída de campo virtuais, ...) e foto-glossário de termos de vulcanologia.

<http://volcano.und.nodak.edu/>

Contém informação relevante do ponto de vista educacional relativa a diferentes aspectos da vulcanologia (em inglês).

<http://www.volcano.si.edu/>

Apresenta informação actualizada sobre a actividade vulcânica que ocorre a nível mundial (em inglês).

<http://www.cv.uac.pt/intro.php>

Site do Centro de Vulcanologia da Universidade dos Açores. Contém informação actualizada sobre a actividade sísmica e vulcânica dos Açores e ligações a sites como o do USGS – Worldwide Earthquake Activity e ao EU-MED – European Mediterranean Seismological Centre.

<http://www.geopor.pt/>

Apresenta sugestões de actividades práticas (laboratório, museus, campo) e imagens ilustrativas da geologia de Portugal.

<http://www.astromia.com/solar/sistemasolar.htm>

Site com informação relativa ao Universo e Sistema Solar, com destaque para o planeta Terra. São abordados aspectos como: origem e evolução do planeta Terra, minerais e rochas, hidrosfera, atmosfera e erosão (em espanhol).

<http://www.igm.ineti.pt/default.htm>

Endereço do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

Material Básico de Laboratório

Atendendo a que muitos dos materiais necessários à realização das actividades propostas são de fácil improvisação, apresentam-se apenas aqueles que, eventualmente, exigem aquisição pela escola.

Para as actividades laboratoriais relacionadas com o estudo de fenómenos magmáticos:

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| • Cadinhos de porcelana; | • Espátula; |
| • Tabuleiro metálico | • Lamparina |
| • Lâminas de vidros | • Rolha de cortiça grande e escavada; |
| • Areia | • Pinça metálica; |
| • Dicromato de amónio | • Enxofre em pó |
| • Fita de magnésio | • Fósforos; |

Para as actividades laboratoriais relacionadas com o estudo de estruturas sedimentares

- Coluna em acrílico (ou proveta grande)
- Tina grande
- Sedimentos de diferente natureza e/ou granulometrias (grosseira, média e fina).
- Água
- Mangueira adaptável a torneira

Amostras de mão de diferentes tipos de rochas

- | | | | |
|-----------|---------------|------------|----------|
| • Basalto | • Pedra-pomes | • Granito | • Gabro |
| • Areia | • Arenito | • Calcário | • Carvão |
| • Xisto | • Mármore | | |

MÓDULO 2

Os Seres Vivos Utilizam a Terra

Duração de Referência: **25 horas**

1 | Apresentação

Contextualizada a Terra no universo e no Sistema Solar e identificados alguns dos testemunhos da sua actividade geológica, importa, neste módulo, salientar a diversidade biológica que existe em cada ambiente natural e explorar a forma como os seres vivos se relacionam entre si e utilizam os recursos naturais do planeta.

Considera-se que o estudo simplificado de um pequeno ecossistema real e próximo dos alunos pode representar uma mais valia para as aprendizagens previstas neste módulo. Essa abordagem permite que os alunos interajam de perto com os organismos vivos, o que poderá facilitar a inferência de aspectos relativos à organização do ecossistema, nomeadamente algumas interacções que os seres vivos estabelecem entre si, bem como a influência de alguns factores abióticos que condicionam o seu equilíbrio.

A abordagem dos conceitos relacionados com fluxos de energia e de matéria será feita de forma simplificada e globalizante, contextualizada pela exploração do papel desempenhado pelos seres produtores, consumidores e decompositores no ecossistema.

A compreensão de que os ecossistemas são sistemas dinâmicos e complexos que se alteram ao longo do tempo, permite um estudo exploratório do conceito de sucessão ecológica. Nesta perspectiva, enquadra-se a reflexão dos factores que podem desequilibrar a estrutura de um ecossistema, ganhando especial destaque a influência da acção humana que será estudada de forma mais particular no módulo seguinte.

Os registos fósseis de seres vivos apresentam-se como testemunhos da história da Terra e assumem um papel importante, na medida em que o seu estudo permite inferir algumas das características bióticas e abióticas que caracterizaram os ecossistemas do passado.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a valorização dos conhecimentos científicos para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e sua preservação;
- o conhecimento de factos e conceitos básicos sobre a constituição e funcionamento dos ecossistemas, bem como dos registos fósseis para a reconstituição dos que existiram no passado;
- o uso de técnicas e a manipulação de instrumentos que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa, no laboratório e/ou no campo;
- a comunicação de resultados de aprendizagens, oralmente ou por escrito, mobilizando terminologia científica;
- a construção de atitudes adequadas ao trabalho científico, nomeadamente o rigor, a curiosidade, a objectividade, a honestidade, a cooperação e a perseverança;
- a análise crítica de códigos pessoais e/ou colectivos de conduta face a formas de relacionamento com os demais seres vivos e com o ambiente.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Compreender que os sistemas vivos se encontram organizados em níveis estruturais de complexidade crescente, ecossistemas, comunidades, populações, organismo e célula.
- Interpretar dados relativos a exemplos da influência de factores abióticos sobre organismos ou populações, bem como relativos a exemplos de interações entre seres vivos, identificando as respectivas relações bióticas e discutindo benefícios e/ou prejuízos para cada um dos seres envolvidos.
- Construir e interpretar cadeias alimentares, identificando produtores, consumidores e respectivos níveis tróficos.
- Discutir o papel dos produtores, consumidores e decompositores nos fluxos de energia e ciclos de matéria que ocorrem nos ecossistemas.
- Analisar e interpretar dados relacionados com casos de sucessão ecológica.
- Discutir a importância dos fósseis para a reconstituição da História da Terra, relacionando-os com processos de datação de estruturas, caracterização de paleoambientes e divisão da história da Terra em grandes etapas (eras e períodos).
- Realizar actividades práticas de natureza diversa, em ambientes de aprendizagem também diversos, de forma responsável, reconhecendo a importância das fases de planificação, execução e avaliação.
- Elaborar memórias descritas e interpretativas relativas a trabalhos práticos realizados.
- Organizar e sistematizar informação recorrendo a esquemas legendados, tabelas e/ou mapas de conceitos simples.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Na Terra existe uma grande diversidade de ambientes (terrestres ou aquáticos, de água doce ou salgada,...) cujas características abióticas determinam a diversidade biológica que possuem.
- Os seres vivos que existem no planeta Terra constituem a Biosfera. Esta possui níveis de organização hierarquicamente estruturados: ecossistema, comunidade, população e organismo.
- A sobrevivência dos seres vivos num determinado ambiente depende das interações que estes estabelecem entre si (por exemplo, relações alimentares, de competição ou cooperação) e com o meio (por exemplo, trocas gasosas).
- Os seres vivos, nas interações que estabelecem com o meio (superfície rochosa, ar e água) modificam a superfície da Terra (por exemplo, actuando como agentes erosivos).
- As interações entre os seres vivos podem acontecer entre seres da mesma população (canibalismo ou cooperação) ou entre seres de diferentes populações (predação, parasitismo, competição, mutualismo, entre outras possíveis).
- A temperatura, a luz e a humidade são factores abióticos que afectam a sobrevivência das populações de seres vivos, (por exemplo, a sua natalidade ou mortalidade) e o seu comportamento (por exemplo, migração, hibernação, ...).
- O Sol é a principal fonte de energia dos ecossistemas. A energia luminosa é captada pelos produtores e transferida para os seres consumidores através das relações alimentares.
- As relações alimentares que se estabelecem numa comunidade constituem redes tróficas que são formadas por várias cadeias alimentares interdependentes.
- Os ecossistemas podem modificar-se ao longo do tempo, em termos bióticos e abióticos, num processo designado sucessão ecológica.

- A intervenção humana nos ecossistemas, a nível biótico (destruição ou introdução de populações, por exemplo) ou abiótico (poluição ou alteração de um factor abiótico, por exemplo) podem comprometer o equilíbrio do ecossistema e provocar a sua destruição.
- As rochas e os fósseis podem fornecer informações sobre condições bióticas e abióticas que existiam no passado, ajudando a reconstituir a história da Terra.
- Os fósseis podem ser restos ou vestígios de seres vivos e formar-se por diversos processos, nomeadamente de moldagem, ou de preservação total ou parcial de partes do seu corpo.
- Os fósseis podem servir para datar as formações rochosas (fósseis de idade) e/ou inferir sobre os paleoambientes em que se formaram (fósseis de ambiente)

Conteúdos Procedimentais

- Participação activa nos processos de planificação das actividades de estudo de um ecossistema, nomeadamente: formulação de questões/ problemas e hipóteses, pesquisa/ estudo de informação, organização de material e execução responsável de tarefas no campo e/ou no laboratório.
- Construção de artefactos simples, adequados à captura de exemplares vivos de seres, em condições de integridade que permitam a sua devolução ao meio natural após observação.
- Organização criteriosa de dados recolhidos nos trabalhos de campo e/ou laboratório.
- Manipulação de instrumentos de laboratório cumprindo normas de segurança pessoal e de integridade de instrumentos e aparelhos. Nomeadamente, instrumentos ópticos para observar seres vivos (lupa de mão, lupa binocular ou microscópio óptico) e instrumentos para avaliar condições abióticas (termómetro ou sensores de temperatura, humidade, luminosidade...).
- Construção de organizadores gráficos relativos às interações que os seres vivos estabelecem entre si e com o meio.
- Elaboração e/ou interpretação de cadeias ou teias alimentares, partindo de dados fornecidos em suportes diversos (esquemas, textos, evidências laboratoriais/ experimentais,...)
- Planificação e execução de actividades laboratoriais/ experimentais simples que permitam estudar a influência de factores abióticos sobre seres vivos.
- Análise e interpretação de documentos que relatem casos de sucessão ecológica.
- Realização e interpretação de actividades práticas de simulação de processos de fossilização (por exemplo, formação de moldes externos e internos).

Conteúdos Atitudinais

- Reconhecimento e valorização dos diferentes constituintes do ecossistema (incluindo os microrganismos decompositores) e sua contribuição para o equilíbrio do mesmo.
- Abertura para modificar comportamentos habituais, pessoais ou sociais, que afectem os ambientes naturais.

5 | Orientações metodológicas

Que seres vivos existem num ambiente natural?

Como se relacionam?

Que factores os influenciam?

O que acontece aos seres vivos quando se alteram as condições do meio ambiente?

Como observar os seres que se escondem ou são muito pequenos?

Estas questões podem servir de ponto de partida para a planificação e execução de um trabalho de natureza investigativa para estudo de um ecossistema próximo dos alunos e da escola. Propõe-se que esse plano de trabalho integre actividades de campo, de sala de aula e de laboratório, devidamente articuladas que decorram antes, durante e depois da saída de campo. Sugere-se, por exemplo, que se

selecione como objecto de estudo uma parte de um terreno, canteiro ou mesmo floreira grande que estejam não tratados, um muro, um charco, uma zona de um ribeiro, ou um tronco de árvore antigo...

A rentabilização dos trabalhos exige uma cuidadosa preparação.

Importa que todos os alunos compreendam os propósitos das várias actividades e reconheçam a articulação das diferentes fases de preparação, execução e avaliação. Recomenda-se que os alunos trabalhem em pequenos grupos e possam assumir a responsabilidade de executar actividades simples e diferentes dos demais grupos. Esta metodologia pressupõe que o professor selecione e distribua criteriosamente as tarefas em função das características dos alunos, das competências que revelam e/ou das que deseja ver desenvolvidas.

Para que progridam na elaboração do plano de trabalho é importante que os alunos:

- identifiquem um problema ou questão para estudo (O que pretendemos estudar?);
- explicitem e discutam as ideias que possuem e tomem consciência da necessidade de realizar pesquisas que orientem os trabalhos práticos (Que conhecimentos já possuímos? Que informação temos que recolher? Onde poderemos fazê-lo?);
- discutam e estabeleçam passos a seguir para a realização do trabalho (O que fazer antes, durante e após a saída? Que material, técnicas ou instrumentos utilizar? Como se manipulam correctamente?); importa que os alunos testem a utilização de aparelhos, ou aprendam técnicas de colheita; pode também prever-se a construção de instrumentos destinados à recolha de dados, recorrendo a materiais improvisados, o que pode ser previamente articulado com disciplinas da componente tecnológica; sugere-se, por exemplo, a montagem de aspiradores que permitam recolher pequenos insectos alojados em fendas, armadilhas de solo para a captura de rastejantes, redes com formas e malhas diversas para captura de insectos que voem ou de invertebrados em meio aquático, dispositivos que facilitem os processos de secagem de plantas, entre outros. Também relativamente à avaliação de factores abióticos podem-se improvisar, por exemplo, instrumentos para avaliar a direcção e a intensidade do vento, a precipitação média ao longo de um certo período de tempo;
- prevejam os resultados a obter (Que seres vivos espero encontrar no ecossistema? Que documentos elaborar para registar e organizar os dados relativos aos seres vivos e aos parâmetros abióticos?); este aspecto envolve a elaboração prévia de grelhas de registo, a exploração prévia de guias de campo ou outros auxiliares que venham a ser utilizados na identificação dos seres;
- identifiquem os procedimentos que terão de ser feitos no laboratório logo após a realização das actividades de campo (Como manter vivos alguns seres recolhidos? Como conservar os seres que eventualmente não resistam aos processos de estudo?).

Após a implementação do plano de trabalho os alunos (em pequenos grupos e posteriormente em plenário) devem reflectir sobre os seguintes aspectos:

- as formas de organizar e compilar os dados recolhidos pela turma;
- a pertinência dos dados recolhidos e da metodologia adoptada;
- os resultados obtidos face aos resultados esperados;
- as limitações e eventuais alterações a introduzir em futuros trabalhos;
- os aspectos que poderiam (deveriam) ser aprofundados.

Os dados e os resultados obtidos no estudo do ecossistema podem servir como ponto de partida para a exploração dos restantes conceitos do módulo, conforme seguidamente se sugere:

- Discussão das interacções que os seres vivos estabelecem entre si e com o meio ambiente, mobilizando os dados recolhidos e/ou retirados da bibliografia; recomenda-se que, em relação às relações bióticas, os alunos identifiquem benefícios e prejuízos para os seres envolvidos; será pertinente salientar a importância biológica da conservação das espécies como forma de contribuir para a manutenção do equilíbrio estabelecido entre as diversas populações. Esta actividade poderá ser enriquecida com o visionamento de filmes sobre a vida animal e vegetal.
- Construção de cadeias alimentares simples mobilizando dados recolhidos no campo e/ou retirados da bibliografia. A interpretação das cadeias alimentares deve permitir, por um lado, a introdução de conceitos básicos (produtor, consumidor e nível trófico, por exemplo) e, por outro, servir como ponto de partida para o estudo dos fluxos de energia e ciclos de matéria que ocorrem nos ecossistemas.

Em relação aos ciclos de matéria não se pretende que sejam estudados os vários ciclos biogeoquímicos, mas sim realçar o papel dos produtores, consumidores e decompositores na reciclagem de materiais como a água ou os sais minerais.

- Planificação e execução de actividades laboratoriais/ experimentais para estudo da influência de factores abióticos sobre os seres vivos. Por exemplo testando a influência da luminosidade no crescimento das plantas (feijoeiro, faveira, milho...) ou na actividade de animais (caracol, minhoca, bicho-de-conta, ...) mantidos em terrário. Num aquário poderá estudar-se a influência da temperatura sobre a actividade de peixes ou insectos aquáticos. A efectiva realização destes trabalhos poderá envolver um intervalo de tempo alargado, pelo que se deverá ponderar a sua disponibilidade e recursos. Os alunos poderão ser encarregados de recolher dados de forma autónoma ao longo de um certo período de tempo, o que permite desenvolver a responsabilidade, a autonomia, o rigor e a capacidade de organizar informação.
- Exploração de relatos (textos, notícias, sequências de fotografias) relativos a fenómenos de sucessão ecológica, por exemplo relativos a casos de áreas devastadas por incêndios ou em ilhas vulcânicas recém formadas (eventualmente relacionadas com fenómenos vulcânicos estudados no módulo anterior). O estudo da sucessão ecológica pode desejavelmente ser contextualizado no ambiente natural estudado pelos alunos, caso o professor disponha de dados que permitam reconstituir a sua evolução. Será importante discutir exemplos alterações bióticas e abióticas que as comunidades vão sofrendo ao longo do tempo, bem como o tempo necessário para que o ecossistema adquira o equilíbrio. Esta actividade ajudará os alunos a compreenderem que os ecossistemas são unidades dinâmicas que se alteram e modificam ao longo do tempo.

Como terão sido os ecossistemas do passado?

Onde podemos recolher dados sobre as suas características bióticas e abióticas?

Estas questões poderão orientar actividades como as que se seguem:

- Recolha, organização e interpretação de informação obtida em fontes diversificadas (*internet*, livros adequados ao nível etário dos alunos,...) sobre processos de fossilização, escala de tempo geológico, bem como sobre acontecimentos geológicos e biológicos que marcaram o passado da Terra e que contribuíram para estabelecer as grandes etapas da história da Terra (Pré-Câmbrico, Paleozóico, Mesozóico, Cenozóico). Importa discutir a importância dos fósseis na datação das formações rochosas (fósseis de idade) e na reconstituição de paleoambientes (fósseis de ambiente).
- Simulação de processos de fossilização por modelagem (formação de moldes externos e internos de materiais diversos ou restos de seres vivos). Esta actividade permite discutir as condições necessárias à formação de um molde, nomeadamente a maior facilidade de registar partes duras, ou a natureza do material de cobertura. Recomenda-se especial atenção à discussão da escala de tempo associada à actividade e àquela que está associada aos processos geológicos.

6 | Sugestões de avaliação

Todas as actividades sugeridas permitem a recolha de dados para avaliação. Nalguns casos permitem a elaboração de trabalhos pelos alunos, o que facilita a sua análise retrospectiva pelo professor; noutros exigem que o docente preveja formas mais ou menos estruturadas de observação. Em qualquer dos casos destacam-se os seguintes aspectos:

- diversificar as estratégias de recolha de dados;
- garantir que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal são consideradas e avaliadas;
- clarificar os critérios de sucesso inerentes aos desempenhos e/ou documentos solicitados aos alunos;
- averiguar o ponto de partida dos alunos e fornecer-lhes *feed-back* adequado à sua progressão, responsabilização e motivação.

A memória descritiva e interpretativa de trabalhos práticos realizados (cujas competências de elaboração se pressupõe tenham vindo a ser desenvolvidas desde o módulo 1) assume-se, nesta fase, como um importante documento de avaliação para professores e alunos, na medida em que contém resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados), traduz a compreensão de conceitos e de procedimentos utilizados, revela competências de recolha, organização

e síntese de informação, bem como as destrezas de utilização da língua portuguesa e/ou de utilização de organizadores gráficos.

A produção de artefactos pelos alunos, sugerida neste módulo, deve ser tida em conta como elemento de avaliação. O estabelecimento prévio dos critérios de sucesso inerentes a este desempenho deverão garantir que a dimensão conceptual não seja negligenciada pelos alunos. Reunidas estas condições, salienta-se que este elemento de avaliação poderá ser uma mais valia para os alunos que apresentem maiores fragilidades ao nível da produção escrita.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

BAKER, W. & HASLAM, A. (1992) *Experimenta! A Terra*, Lisboa, Livros do Brasil.

Livro para o aluno. Contém sugestões para a construção de instrumentos para avaliar direcção do vento, pluviosidade, entre outros.

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra para professores organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

ENCICLOPÉDIA VISUAL (1992) *Rios & Lagos - n.º5* e *Beira Mar, n.º 23*, Lisboa, Editorial Verbo. ISBN: 972-22-1224-0

Livros acessíveis para os alunos. Podem apoiar actividades de campo e de laboratório relativas a ecossistemas aquáticos de água doce e salgada. As ilustrações são de excelente qualidade e permitem a fácil identificação de seres vivos, sem recurso a terminologia complexa.

GREGORY, N., ELDREDGE, D. (1992) *A Fábrica dos Fósseis – um guia para descobrir os dinossauros, explorares a evolução e procurares fósseis!* Lisboa, Gradiva Júnior.

Obra para professores e alunos, centrada no estudo dos fósseis e sua importância. Possui ilustrações engraçadas para a motivação dos alunos. Permite orientar actividades de moldagem.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

MATTHEY, W., DELLA SANTA, E., WANNENMACHER, C. (1984) *Manuel Pratique d'Ecologie*, Lausanne, Payot.

Obra para o professor, organizada com preocupações didácticas, apresentando informação essencial à compreensão dos conceitos básicos de ecologia e propostas de actividades de campo e laboratório em diferentes ambientes (como por exemplo, num curso de água, num lago, na cidade, num muro, no solo, etc.). Apresenta esquemas simples de dispositivos a utilizar ou montar nas actividades de campo e/ou laboratório, bem como de aspectos de morfologia externa de seres vivos com vista a orientar a sua identificação.

MOORE, R. (Ed.) (1994) *Biology Labs That Work: The best of How-to-do-its*, Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers (NABT).

São apresentadas actividades práticas simples e executáveis com recursos acessíveis. As sugestões podem ser facilmente adaptadas, de modo a ajustar o grau de abertura das tarefas às características particulares dos alunos. O texto enfatiza a necessidade dos alunos serem envolvidos em processos de desenho experimental, formulação de hipóteses, observação sistemática e organização de registos, bem como de interpretação, conclusão e comunicação de resultados.

NEBEL, B. & WRIGHT, R. (1999) *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible*, México, Prentice Hall. ISBN: 970-17-0233-6

Texto para o professor com informação recente sobre temas diversos como, por exemplo, os ecossistemas e seu funcionamento, a explosão demográfica (causas e consequências), a contaminação dos subsistemas terrestres, os recursos naturais, estilos de vida e sustentabilidade, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

NUNES, C., SILVA, N. & BOLACHA, E. (2004) *Extinção dos Dinossauros*, Lisboa, Perve.

Ferramenta multimédia interessante e fácil de utilizar. O grau de aprofundamento pode ultrapassar o previsto no programa. As imagens disponibilizadas são interessantes e de compreensão fácil pelos alunos.

ODUM, E. (1996) *Fundamentos de Ecologia* (5ª Ed.), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0158-X.

O livro contém texto básico de ecologia. Possui, entre outros, capítulos específicos sobre ecologia dos meios aquáticos de água doce, marinho e estuários. Também existem capítulos relacionados com os Recursos Naturais e com Poluição e Saúde Ambiental que podem apoiar a leccionação de algumas rubricas programáticas. O texto destina-se ao professor, mas poder ser criteriosamente seleccionado para uso dos alunos.

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

TAYLOR, B. (2001) *Rochas, Fósseis e Minerais* (Colecção Enciclopédia mini), Porto, Porto Editora Lda.

Livro acessível para os alunos. O texto é acessível e as ilustrações são muito apelativas e ilustrativas. Aborda, de forma simplificada, aspectos de dinâmica interna (sismos, vulcões e tectónica) e externa (especialmente a relacionada com a água), assim como rochas e minerais. O livro inclui ainda um CD-ROM com imagens de rochas, fósseis e minerais.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.oceanus.web.pt/index.htm>

Site com informação sobre alguns dos problemas com que os ecossistemas se deparam (oceanos, rios, ...).

<http://www.actionbioscience.org/index.html>

Recurso educativo do Instituto Americano de Ciências Biológicas (AIBS). Contém artigos sobre biodiversidade, ambiente, educação, entre outros. Alguns artigos têm versão em espanhol.

<http://www.biorede.pt>

BIOREDE, informação sobre Biologia com interesse didáctico e científico, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

<http://www.zoo.utoronto.ca/able/proc/contents.htm>

Site da Association for Biology Laboratory Education.

<http://educar.sc.usp.br/ciencias/ecologia/index.html>

Contém informação adequada a este nível de ensino sobre ecossistemas e cadeias alimentares, bem como algumas sugestões de actividades práticas.

http://sites.unisanta.br/teiadossaber/apostila/biologia/Cadeias_e_Teias_Alimentares-Teorica2808.pdf

Apresenta informação sobre cadeias e teias alimentares acessível a alunos deste nível de ensino.

<http://geocities.yahoo.com.br/starweb10br/index.html>

Site com informação diversificada sobre ecossistemas (por exemplo, nicho ecológico, cadeias alimentares, poluição).

<http://vlib.org/Biosciences.html>

The Virtual Library (Biblioteca virtual de Ciências da Vida) artigos sobre problemáticas abordadas no programa.

<http://www.pitt.edu/~poole/biology.html>

Secondary Education Resources-Science-Biology (catálogo de recursos da University of Pittsburgh).

<http://www.geopor.pt/>

Apresenta sugestões de actividades práticas (laboratório, museus, campo) e imagens ilustrativas da geologia de Portugal.

<http://fossilport.planetaclix.pt/main-pt.htm>

Site com fósseis do território nacional. Apresenta ligações a outros sites sobre a mesma temática.

Material Básico de Laboratório

Atendendo a que muitos dos materiais necessários à realização das actividades propostas são de fácil improvisação, apresentam-se apenas aqueles que, eventualmente, exigem aquisição pela escola.

Material para o estudo de ecossistema e sua dinâmica:

O material necessário depende da natureza do objecto de estudo seleccionado (terrestre ou aquático) e das actividades que venham a ser planificadas, pelo que a lista que seguidamente se apresenta tem apenas um carácter ilustrativo.

Material para trabalhos no campo:

- | | |
|---|-------------------------------------|
| • caderno de campo | • caixa de primeiros socorros |
| • frascos / caixas para colheitas diversas | • sacos plásticos (com e sem fecho) |
| • etiquetas | • marcadores indeléveis |
| • redes de colheita (diferentes Ø de malha) | • luvas |
| • fita métrica | • pás |
| • termómetro | • tabuleiros para triagem |
| • sensores (temperatura, luminosidade,...) | • guias de campo |

Material para trabalhos no laboratório:

- Material em vidro (lâminas, lamelas, vidros de relógio, ...).
- Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, conta-gotas ...).
- Material básico de dissecação (tesoura, bisturi, agulhas, ...).
- Instrumentos ópticos: lupas de mão, microscópio óptico, lupas binoculares.
- Álcool 70º
- Aquário / Terrário e acessórios (lâmpada, bomba de ar, termómetros, ...)
- Computador com respectivos software e periféricos que permitam adaptar sensores e/ou tratar os dados recolhidos no campo.

Para as actividades de simulação de processos de fossilização por moldagem

- Barro, plasticina ou massa de moldar
- Gesso
- Água
- Recipientes de plástico (embalagens de alimentos, por exemplo)
- Restos de seres vivos (conchas, ossos, espinhas, folhas, troncos,) ou outros materiais.

MÓDULO 3

É Preciso Cuidar da Terra

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

Neste módulo abordam-se alguns aspectos relacionados com a intervenção do Homem nos subsistemas terrestres, nomeadamente, os que decorrem da exploração de recursos naturais.

Os temas a abordar permitem a integração de saberes construídos nos dois módulos anteriores. Nesse sentido, prevê-se que a conceptualização de problemáticas relacionadas com a exploração de recursos naturais, privilegie a identificação e o estudo de questões relativas a aspectos de natureza geológica e biológica.

A organização do módulo supõe uma forte contextualização das aprendizagens na realidade nacional e, sempre que possível, local. Valoriza-se a importância dos alunos desenvolverem competências de cidadania responsável pela análise directa de casos.

O estudo de situações reais como, por exemplo, a exploração de recursos naturais em minas, pedreiras e/ ou areiros, permitem identificar alguns dos impactes causados no ambiente e discutir estratégias de actuação que possam contribuir para minimizar os seus efeitos.

A exploração das rochas e suas aplicações pelas populações permitem visitar e consolidar conceitos estudados no módulo 1.

A análise de situações relacionadas com a exploração de recursos de natureza biológica que afectam a dinâmica dos ecossistemas permite que os alunos mobilizem saberes estudados no módulo 2.

No final deste módulo, espera-se que os alunos tenham construído uma perspectiva integrada das questões relacionadas com a exploração dos recursos naturais, suas potencialidades e consequências, bem como da necessidade de adoptar medidas, a nível local, regional e mundial que permitam um desenvolvimento sustentável.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o reconhecimento do papel determinante dos conhecimentos científicos e tecnológicos na utilização dos recursos da Terra, bem como das influências económicas e sociais que afectam o seu desenvolvimento;
- o conhecimento de factos e conceitos básicos que permitam compreender algumas questões relacionadas com a exploração dos recursos naturais, seus impactes e medidas de remediação;
- a mobilização de saberes científicos para analisar situações, ideias do senso comum, ou soluções científico-tecnológicas relacionadas com a exploração dos recursos naturais;
- a utilização autónoma de processos de pesquisa, selecção, organização e comunicação de informação;
- a construção de atitudes, valores e comportamentos, conducentes à tomada de decisões fundamentadas, relativas à exploração dos recursos naturais e ao desenvolvimento sustentável.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Interpretar dados de natureza diversa sobre a exploração e utilização de recursos naturais (minerais, energéticos, hídricos, biológicos,...) e suas consequências para os ecossistemas.
- Distinguir e enumerar exemplos de recursos naturais renováveis e não renováveis, identificando problemas e potencialidades que estão associados à sua exploração.
- Compreender o significado dos termos “desenvolvimento sustentável” ou “sustentabilidade” quando integrados em textos ou discursos relacionados com a gestão da exploração dos recursos naturais.
- Analisar estratégias de actuação que possam minimizar os efeitos causados pela exploração e utilização de recursos naturais.
- Identificar situações do dia-a-dia onde possam ser adoptados comportamentos que contribuam para evitar a degradação dos recursos naturais.
- Elaborar documentos síntese que revelem processos críticos de selecção e simplificação de informação.
- Formular juízos sobre opções científico-tecnológicas que envolvem a exploração de recursos naturais e/ou a gestão de resíduos.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- O equilíbrio dos ecossistemas terrestres está constantemente a ser posto em causa pelas populações humanas que exploram e utilizam os recursos naturais, contribuindo para a produção de resíduos, para a contaminação de ambientes naturais e para o desequilíbrio de alguns ecossistemas.
- A exploração de recursos naturais não renováveis, nomeadamente ao nível dos combustíveis fósseis e das águas subterrâneas, tem conduzido à diminuição das reservas existentes, dado o seu carácter limitado.
- Alguns recursos naturais são utilizados pelo Homem, nomeadamente como matérias-primas para a construção (por exemplo, granito ou xisto) e indústria (por exemplo a areia, a madeira ou as peles de animais), quer como fonte de energia (por exemplo, combustíveis fósseis) ou, ainda, como fonte alimento (por exemplo, os peixes).
- As sociedades actuais são confrontadas com problemas de poluição de recursos naturais (ao nível do ar, dos solos e da água) que comprometem a sua utilização futura e põem em perigo a dinâmica dos ecossistemas.
- A Ciência e a Tecnologia têm procurado soluções que permitam obter energia a partir de formas alternativas e renováveis. São exemplos o aproveitamento da energia do vento, das marés ou do calor interno da Terra.
- A reciclagem dos materiais e a redução da produção de resíduos são objectivos que visam contribuir para a preservação dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável.

Conteúdos Procedimentais

- Análise e discussão de imagens, notícias ou documentos relativos à exploração de recursos naturais, respectivas consequências e medidas que visam minimizar esses impactes.
- Comparação de vantagens e desvantagens associadas ao uso das formas de energia renováveis e não renováveis, nomeadamente problemas e potencialidades.
- Apresentação de exemplos nacionais onde existam estruturas que permitam a utilização de formas de energia renovável, discutindo as razões da sua localização geográfica no território nacional (por exemplo, centrais hidroeléctricas, estações geotérmicas, campos eólicos, moinhos de maré, ...).
- Enumeração de exemplos de situações de exploração de recursos naturais que acarretam problemas para o ambiente a nível global e nacional.
- Discussão de casos relacionados com problemas ambientais (de âmbito local ou nacional) suas causas, consequências e medidas de prevenção/ remediação que têm sido (ou deveriam ser)

adoptadas (minas, extracção de areias, pedreiras, pesca, caça ou abate excessivo de certas espécies...)

- Elaboração de documentos que traduzam processos de síntese de informação (textos, mapas de conceitos, ...)

Conteúdos Atitudinais

- Consciencialização da necessidade de serem adoptadas medidas cientificamente fundamentadas que contribuam para preservar os recursos naturais e garantir um desenvolvimento sustentável.
- Abertura para analisar e modificar atitudes e/ou comportamentos que possam contribuir para a degradação dos recursos naturais.
- Interesse em conhecer questões ambientais de âmbito local (ou nacional) e participar na promoção de acções que visem a sua resolução e/ou remediação.

5 | Orientações metodológicas

Quais os recursos naturais mais utilizados pelo Homem?

Que recursos naturais são explorados no nosso país? Em que localidades?

Que medidas têm sido tomadas, a nível mundial, regional e local, para reduzir os problemas relacionados com a exploração dos recursos naturais?

Quais as actividades humanas que mais contribuem para a degradação dos recursos naturais?

Questões como estas podem orientar actividades simples, como as que em seguida se sugerem. Recomenda-se que numa ou mais dessas actividades sejam abordados aspectos ou questões relativos ao território nacional.

- Debate e síntese das principais ideias dos alunos sobre a temática em estudo e identificação dos aspectos que merecem pesquisa e aprofundamento.
- Análise e problematização de dados relativos à utilização de recursos naturais, identificando alguns impactes ambientais, com especial destaque para casos relativos ao território nacional. Os casos analisados devem ser criteriosamente seleccionados, tendo em conta o contexto onde a escola se insere, as motivações dos alunos, o tempo disponível e a necessidade de ilustrar problemáticas diferentes. Sugerem-se, alguns exemplos possíveis e respectivas formas de os explorar com os alunos:
 - observação de fotografias, postais, imagens pesquisadas na *internet* ou em revistas de divulgação turística relativas a paisagens, monumentos ou construções tradicionais de certos locais do país, discutindo as razões inerentes à utilização desse material; esta actividade seria bastante enriquecida se a localização das imagens fosse confrontada com a informação contida numa carta geológica de Portugal muito simplificada, que permitisse a mobilização de aspectos estudados no módulo1.
 - localização e identificação de explorações mineiras, bem como problemas ambientais associados à sua laboração e/ou abandono;
 - análise de fotografias e/ou resumos de notícias relativas a exploração de areias e pedreiras, identificando a natureza do material que é extraído, qual o propósito dessa actividade e problemas ambientais e/ou sociais associados;
 - localização de alguns pontos de captação de água mineral destinada a comercialização, o que pode ser contextualizado com a manipulação de algumas embalagens, explorando a importância do consumidor consultar a informação fornecida pelos rótulos aquando da sua selecção;
 - identificação e localização geográfica de exemplos de indústrias e respectivos impactes ambientais, se possível mobilizando aspectos estudados no módulo 2 (por exemplo, a descarga de águas aquecidas em rios que provocam alterações abióticas e consequente desequilíbrio na comunidade); importa também salientar exemplos de boas práticas;

- análise de documentos e argumentos relativos a casos de práticas que colocam espécies em risco de extinção e/ou medidas tomadas para a sua protecção; os casos devem ser escolhidos em função do contexto geográfico e socioeconómico dos alunos.
- Pesquisa e organização de informação relativa a formas alternativas de energia, nomeadamente exemplos, vantagens, limitações e seu aproveitamento em Portugal. (Importa visitar o estudo do vulcanismo e eventuais referências a formas de energia geotérmica abordados no módulo1).
- Análise de documentos relacionados com questões ambientais. Salienta-se a importância de fornecer aos alunos documentos simples ou simplificados pelo professor, bem como um eventual guião de análise. Sugere-se a organização dos alunos em grupos de trabalho e a possibilidade de distribuir documentos diferentes a cada grupo, o que poderá enriquecer o debate plenário e salientar a necessidade de elaborar documentos síntese. Apresentam-se em seguida algumas sugestões relativas ao conteúdo dos documentos a seleccionar e organizar:
 - *notícias*/ relatos de problemas decorrentes da exploração excessiva dos recursos naturais;
 - recomendações ambientais definidas por organizações ou conferências reconhecidas internacionalmente e/ou medidas ambientais acordadas por grupos de países;
 - legislação ou medidas de ordenamento de território relacionadas com questões ambientais, ...
- Visita ou contacto (via postal, electrónica ou presencial) com entidades que detenham responsabilidades na gestão de questões de natureza ambiental com impacte na comunidade onde a escola se insere (autarquias, institutos, empresas de exploração de recursos hídricos ou minerais, ou de tratamento de resíduos...). Na realização desta actividade importa que os alunos compreendam a necessidade de estudar previamente as questões em análise, o que implica o estudo e a compreensão dos conceitos básicos em jogo e a ponderação crítica de argumentos por vezes contraditórios. Valoriza-se a possibilidade da preparação do contacto poder envolver trabalho interdisciplinar com outras disciplinas da Componente de Formação Sociocultural.
- Identificação e análise crítica de atitudes, comportamentos ou acções pessoais e/ou colectivas (especialmente aquelas que possuam relevância local) que carecem de esclarecimento e modificação, com vista a contribuir para a preservação dos recursos naturais. Por exemplo, atitudes relacionadas com o consumo excessivo de água, combustíveis, reciclagem de materiais, separação de lixo para reciclagem, captura ou abate de espécies animais e/ou vegetais, entre outros.
- Planificação e execução de acções que visem intervir junto da comunidade, visando contribuir para a mudança de atitudes e divulgar os resultados das aprendizagens. Neste sentido, poderá ser interessante a organização de dossiers temáticos ou exposições relativos à produção documental decorrente das actividades de aprendizagem realizadas pelos alunos.

6 | Sugestões de avaliação

Todas as actividades sugeridas permitem a recolha de dados para avaliação. Nalguns casos permitem a elaboração de trabalhos pelos alunos, o que facilita a sua análise retrospectiva pelo professor; noutros exigem que o docente preveja formas mais ou menos estruturadas de observação. Em qualquer dos casos destacam-se os seguintes aspectos:

- diversificar as estratégias de recolha de dados,
- garantir que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal são consideradas e avaliadas;
- clarificar os critérios de sucesso inerentes aos desempenhos e/ou documentos solicitados aos alunos;
- averiguar o ponto de partida dos alunos e fornecer-lhes *feedback* adequado à sua progressão, responsabilização e motivação.

As sugestões metodológicas prevêm a produção de diversos documentos pelos alunos, em formatos diversos, nomeadamente sínteses de pesquisa, textos, *posters*, dossiers temáticos, ..., que se assumem como importantes elementos de avaliação.

A apresentação de trabalhos e/ou pontos de vista por parte dos alunos, fornecem elementos de avaliação de natureza diversa (conceptual, procedimental e atitudinal) que devem ser recolhidos no momento em que acontecem, devendo, por isso, prever-se estratégias e instrumentos adequados para a sua recolha.

Importa valorizar os aspectos de progressão ao longo dos módulos, tanto ao nível das competências que permitem a produção de documentos em diversos formatos como a expressão oral, a responsabilidade, a autonomia e a cooperação. Estes aspectos devem ser explicitamente discutidos com os alunos, no sentido de serem considerados na sua avaliação.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

CHAMLEY, H. (2002) *Environnements géologiques et activités humaines*, Paris, Vuibert.

Este livro analisa, à escala local e planetária, a importância, as causas e as consequências da actividade humana, abordando três temas: os riscos geológicos naturais, a natureza e as consequências da exploração dos recursos naturais e os desequilíbrios que provocam as actividades humanas nos subsistemas terrestres (externos).

CHERNICOFF, S., FOX, H. & VENKATARRISHNAN, R. (1997) *Essentials of Geology*, New York, Worth Publishers.

O objectivo desta obra é providenciar uma introdução aos conhecimentos básicos de Geologia – tectónica de placas, geologia ambiental e recursos naturais e, também, geologia planetária.

MERRITS, D., WET, A., MENKING, K. (1997) *Environmental Geology*, New York, W.H. Freeman and Company. ISBN 0-7167-2834-6.

Livro útil para o estabelecimento de uma perspectiva ambiental do estudo da Geologia. Os temas são abordados com economia de conceitos fundamentais de forma a criar múltiplas oportunidades para a abordagem da dinâmica dos sistemas terrestres e das alterações neles introduzidas pela acção humana e a permitir compreender e prever as mudanças ambientais.

MURCK, B. & SKINNER, B. (1999) *Geology Today*, New York, John Wiley & Sons.

Livro de carácter geral, com os temas apresentados de forma simples e sintética, realçando as relações entre os ciclos hidrológico, tectónico e litológico. Dedicar um capítulo ao papel dos geocientistas no estudo dos recursos terrestres, das catástrofes naturais e das alterações dos sistemas terrestres.

NEBEL, B. & WRIGHT, R. (1999) *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible*, México, Prentice Hall. ISBN: 970-17-0233-6

Texto com informação recente sobre temas diversos como, por exemplo, a explosão demográfica (causas e consequências), a contaminação dos subsistemas terrestres, os recursos naturais, estilos de vida e sustentabilidade, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

PRESS, F. & SIEVER, R. (1999) *Understanding Earth*, New York, W.H. Freeman and Company. ISBN: 0-7167-2836-2

Depois de abordarem, com desenvolvimento equilibrado, múltiplos temas das Geociências, os autores dedicam os últimos capítulos aos recursos energéticos e minerais e aos sistemas e ciclos terrestres.

SKINNER, B. & PORTER, S. (1995) *The Dynamic Earth*, New York, Ed. John Wiley & Sons.

Publicação de nível universitário, centrada em quatro temas fundamentais: tectónica de placas; alterações ambientais; minimização de riscos pelo homem; utilização dos recursos naturais.

SKINNER, B., PORTER, S. & BOTKIN, D. (1999) *The Blue Planet*, New York, John Wiley & Sons.

Para além de uma abordagem generalista da temática geológica, os autores realçam a Terra enquanto sistema, as dinâmicas dos subsistemas terrestres e em particular da biosfera, com a sua história e ligações aos restantes

subsistemas. Abordam ainda a problemática ligada aos recursos naturais e às mudanças produzidas pelas actividades humanas.

TEIXEIRA, W., TOLEDO, M., FAIRCHILD, T., TAIOLI, F. (org.) (2000) *Decifrando a Terra*, São Paulo, Oficina de Textos. ISBN: 85-86238-14-7

Livro com texto em português que aborda diversos temas programáticos.

WEINER, J. (1987) *O planeta Terra*, Lisboa, Gradiva.

Livro que acompanhou a edição de uma série televisiva homónima e que historia as descobertas da Terra como máquina viva, dos oceanos, dos seus fundos e das suas relações com a atmosfera, das alterações climáticas, dos planetas do sistema solar e dos ensinamentos que deles obtivemos para a compreensão do nosso planeta. Aborda também a temática dos recursos e da sua exploração e penúria e ainda a das perspectivas futuras da espécie humana na Terra.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.abcdacologia.hpg.ig.com.br/>

Site com informação sobre poluição (ar, água, ...), ecologia (efeito de estufa, alterações climáticas, reciclagem de resíduos, ...).

<http://www.gpca.com.br/gil/>

Contém informação diversificada sobre ecologia e agressões antropogénicas.

<http://www.arena.com.pt/index.html>

Endereço da Agência Regional da Energia da Região Autónoma dos Açores.

<http://www.igm.ineti.pt/default.htm>

Endereço do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação.

<http://www.ambientebrasil.com.br/>

Contém informação diversificada sobre o meio ambiente.

http://www.aalborgplus10.dk/media/charter_portuguese.pdf

Carta das cidades europeias para a sustentabilidade.

MÓDULO 4

O Organismo Humano é um Sistema

Duração de Referência: **20 horas**

1 | Apresentação

O foco das aprendizagens do módulo anterior permitiu que os alunos reflectissem sobre a capacidade humana de interferir sobre a Terra e a Vida, explorando e utilizando os recursos naturais do planeta.

Importa, neste módulo, que os alunos reconheçam que o Homem, sendo também um ser vivo, depende do ambiente e dos outros seres para obter energia e efectuar trocas de materiais. Nesta perspectiva, o estudo do funcionamento do organismo humano impõe-se como uma vertente indispensável à construção de uma perspectiva abrangente e responsável do conceito de vida.

As aprendizagens a desenvolver enfatizam a perspectiva do organismo humano, como um sistema, organizado e hierarquizado, cujas funções vitais dependem do funcionamento integrado de órgãos e sistemas de órgãos, sob coordenação do sistema nervoso.

O estudo centra-se na exploração de algumas funções vitais, nomeadamente as digestiva e cárdio-respiratória, que ilustram não só processos de trocas com o meio, como de funcionamento integrado de órgãos e sistemas de órgãos.

Salienta-se, que as temáticas em estudo se entrecruzam com um conjunto muito diversificado de vivências pessoais e sociais dos alunos, que importa considerar, uma vez que essas concepções e expectativas influenciam de forma decisiva as suas aprendizagens.

Destaca-se o facto dos sistemas em estudo poderem já ter sido abordados em níveis inferiores de escolaridade, o que requer uma mobilização e optimização dessas aprendizagens.

Por outro lado, e para além da consciência do funcionamento do próprio corpo, os alunos possuem, também, um conjunto de concepções sobre esse mesmo funcionamento, que foram construindo ao longo da vida e lhes conferem adaptabilidade. Essas explicações, que resultam de influências diversas, particularmente da interacção social e/ou com os *media* afiguram-se coerentes para os alunos, muito embora apresentem, frequentemente, diversas fragilidades científicas.

Neste quadro, propõe-se que as abordagens a desenvolver neste módulo privilegiam o estudo integrado e global das funções digestiva e cárdio-respiratórias, bem como a contextualização em situações do dia-a-dia com sentido para os alunos.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a valorização do papel da ciência e da tecnologia no desenvolvimento do conhecimento sobre o funcionamento do organismo humano e na busca de soluções para melhorar a qualidade de vida das pessoas;
- o conhecimento de factos e conceitos básicos sobre a constituição e funcionamento geral de sistemas vitais do corpo humano, nomeadamente os que asseguram as funções digestiva e cárdio-respiratória;
- a avaliação crítica e tomada de posição sobre crenças/ ideias do senso comum ou soluções científico-tecnológicas relacionadas com o funcionamento do organismo humano e a sua saúde;
- o uso de linguagem científica na produção de textos escritos, na apresentação de resultados de trabalhos de pesquisa, bem como na argumentação oral para defesa de ideias;
- a construção de atitudes de tolerância e de cidadania responsável face à diversidade étnica e cultural dos seres humanos.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Reconhecer que o organismo humano, como os demais seres vivos, é um sistema organizado e hierarquizado, o que permite o funcionamento integrado de órgãos e sistemas de órgãos com funções específicas, nomeadamente as que asseguram processos de troca de substâncias com o meio exterior.
- Caracterizar o papel desempenhado pelos sistemas digestivo e cárdio-respiratório, para a sobrevivência do organismo humano, distinguindo os seus aspectos morfofisiológicos e reconhecendo a sua indissociabilidade.
- Reconhecer o papel coordenador desempenhado pelo sistema nervoso central no funcionamento de órgãos e aparelhos do organismo humano, apresentando e discutindo alguns exemplos relacionados com as funções digestiva e/ou cárdio-respiratória.
- Interpretar, cientificamente, situações simples do dia-a-dia relacionadas com as funções digestiva e cárdio-respiratória.
- Utilizar de forma autónoma processos de pesquisa, bem como elaborar documentos síntese que revelem processos críticos de selecção e simplificação de informação.
- Valorizar os saberes científicos para compreender o funcionamento do próprio corpo e para adoptar comportamentos saudáveis, reconhecendo o seu carácter provisório.
- Reconhecer a existência de um padrão comum de constituição e funcionamento de todos os organismos humanos, independentemente do facto dos indivíduos apresentarem aspectos morfológicos ou comportamentais diferentes.
- Formular juízos sobre exemplos de soluções científico-tecnológicas que envolvem a manipulação de órgãos humanos.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A sobrevivência dos seres humanos, como a dos demais seres vivos, depende das condições do ambiente.
- O organismo dos seres humanos possui um padrão comum de funcionamento, sendo formado por sistemas de órgãos que asseguram funções específicas, nomeadamente a troca de materiais e de energia com o meio exterior.
- O sistema digestivo permite a ingestão, digestão e a absorção de matéria orgânica pelo organismo, sendo constituído por um tubo formado por vários órgãos e algumas glândulas anexas.
- A coordenação global das funções vitais do organismo humano é assegurada pelo sistema nervoso, que funciona de modo reflexo e/ou voluntário.
- Os alimentos são ingeridos pela boca e progridem ao longo do tubo digestivo, sofrendo acções químicas e mecânicas que os transformam.
- As partículas simples que resultam da digestão são capazes de atravessar as paredes do intestino, atingindo a corrente sanguínea. As que não são aproveitadas formam as fezes e são expelidas pelo ânus.
- A circulação do sangue assegura o transporte de substâncias a todas as partes do organismo, e permite a realização de trocas entre os meios interno e externo.

- O sangue é propulsionado pelo coração, circulando num sistema fechado. As artérias são os vasos que transportam o sangue que sai do coração. Nos órgãos os vasos sanguíneos são capilares o que permite a troca de substâncias. O sangue é transportado para o coração pelas veias.
- O sangue venoso, que vem de todo o corpo, chega ao lado direito do coração e é bombeado para os pulmões onde é oxigenado. O sangue arterial que vem dos pulmões chega ao lado esquerdo do coração e é bombeado para todo o corpo.
- O coração e os pulmões localizam-se na caixa torácica. Os movimentos da caixa torácica permitem a ventilação pulmonar.
- O ar expirado contém menor teor de oxigénio do que o ar inspirado. Ao nível dos alvéolos pulmonares o sangue venoso é convertido em arterial, enriquecendo-se em oxigénio e perdendo dióxido de carbono.
- As estruturas onde ocorrem trocas entre o sangue e o meio externo (alvéolos e vilosidades intestinais) são caracterizadas por possuírem paredes muito finas em contacto com capilares sanguíneos.

Conteúdos Procedimentais

- Discussão de aspectos de funcionamento do organismo humano que ilustrem a sua necessidade de efectuar trocas com o exterior, à semelhança do que acontece com os outros seres vivos.
- Recolha e organização de dados de natureza diversa (bibliográficos, *internet*,...) relativos à constituição e funcionamento dos sistemas digestivo e cárdio-respiratório.
- Descrição da constituição e funcionamento gerais dos sistemas em estudo.
- Interpretação de dados diversos (resultados laboratoriais, relatos de situações, diagramas ou fotografias) relativos ao funcionamento dos sistemas digestivo e cárdio-respiratório.
- Observação e caracterização anatómica e legendagem de órgãos ou sistemas de órgãos (sistemas digestivo e cardio-respiratório) em modelos, fotografias ou em órgãos de mamíferos adquiridos nos circuitos comerciais.
- Interpretação e análise de situações do dia-a-dia, mobilizando conhecimentos científicos.
- Elaboração de documentos escritos em formato adequado à finalidade previamente estabelecida (síntese de dados pesquisados para uso individual ou do grupo, *posters* ou outros documentos destinados a divulgação, esquemas legendados relativos à observação de órgãos ou sistemas, ...).
- Construção de modelos, com materiais diversos, representativos de órgãos ou sistemas de órgãos estudados que revelem processos de mobilização criativa de conceitos científicos.

Conteúdos Atitudinais

- Interiorização da existência de um padrão comum de constituição e funcionamento de todos os organismos humanos, independentemente do facto dos indivíduos apresentarem aspectos morfológicos ou comportamentais diferentes daqueles que são considerados os mais comuns por um certo núcleo social.
- Tomada de posição face às soluções tecnológicas que envolvem a manipulação de órgãos humanos, reconhecendo que existem questões de natureza ética ou religiosa que podem conduzir a diferente posicionamento por parte de outros cidadãos.

5 | Orientações metodológicas

Considera-se que o desenvolvimento das competências enunciadas poderá ser facilitado se forem adoptadas estratégias que valorizem a aprendizagem contextualizada dos conceitos, a troca de pontos de vista e o debate que envolva argumentação fundamentada de opiniões.

Sugere-se que o módulo seja iniciado com um breve debate orientado por questões. O objectivo principal não é a obtenção de respostas, mas sim o diagnóstico dos saberes prévios dos alunos, para

que o professor possa aferir o seu ponto de partida, na medida em que os temas poderão já ter sido alvo de estudo no segundo ciclo do ensino básico.

Que condições são indispensáveis à vida dos seres humanos?

Quais os órgãos vitais do organismo humano? Porquê? Que papéis desempenham?

Que funções envolvem trocas de materiais com o meio externo?

Que situações de desequilíbrio exigem assistência médica de emergência para evitar a morte?

Recomenda-se a adopção de abordagens de cariz CTS, para estudo das temáticas, na medida em que estas facilitam a integração das aprendizagens de natureza conceptual, procedimental e atitudinal. Nesta perspectiva, sugere-se o estudo de casos simplificados de emergências médicas que envolvam situações relacionadas com os sistemas digestivo e cárdio-respiratório. Podem trabalhar-se relatos de situações de *gastroenterite com risco de desidratação*, de *paragem cardíaca*, de *insuficiência respiratória grave*, ou de *hemorragia com choque hipovolémico*, entre outras.

Os documentos a fornecer aos alunos devem possuir linguagem acessível, apresentar uma caracterização breve da situação que exige emergência, nomeadamente causas e possíveis consequências, conter alguma terminologia científica básica adequada ao nível de abordagem dos conceitos previstos no módulo e proporcionar a necessidade dos alunos efectuarem posteriores estudos para melhor compreenderem a situação. Sugere-se que os alunos trabalhem em pequenos grupos, dispondo de um guião que os oriente na procura de respostas para algumas questões, como as que seguidamente se exemplificam:

Como se designa o problema de saúde analisado? Que características possuía a pessoa afectada?

Que órgãos deixaram de funcionar com normalidade? Quais as implicações para o estado da vítima?

Que medidas de socorro foram aplicadas? Qual o seu objectivo?

Como é constituído o sistema onde os órgãos referidos se inserem? Qual o seu papel?

Como se pode descrever o normal funcionamento desse sistema? Como é controlado?

Que outros problemas podem afectar o sistema de órgãos em estudo? Que comportamentos podem trazer riscos ao seu funcionamento saudável?

A consecução dos desafios previstos nos itens acima sugeridos e a sua posterior extensão poderá envolver a realização das seguintes actividades de aprendizagem:

- Análise e debate do caso em pequeno grupo e identificação dos aspectos que carecem de aprofundamento.
- Pesquisa, selecção, organização e síntese de informação. Recomenda-se que os alunos acedam a suportes documentais diversificados (livros ou revistas com textos e fotografias ou esquemas legendados, informação em suporte digital, nomeadamente CD-ROM ou *internet*, ou vídeo);
- Elaboração de documentos síntese. Caso se afigure possível desenvolver projectos interdisciplinares com a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação, poder-se-á ponderar a possibilidade da apresentação de trabalhos dos alunos ser feita em formato digital. Não deverá ser esquecida a importância dos alunos aprenderem a citar as fontes consultadas (a complexidade formal do processo de referência de obras deve ser ajustado às características dos alunos).
- Apresentação oral do resultado do trabalho de grupo e seu debate plenário.
- Observação e dissecação de órgãos de mamíferos (obtidos nos circuitos de comercialização de carnes para alimentação humana), nomeadamente os seguintes: estômago ligado a porções de esófago e de intestino delgado e uma pequena porção de intestino grosso de porco; pulmões e traqueia de qualquer mamífero; coração de porco preferencialmente com alguns centímetros de artérias e/ou veias preservados. Estes trabalhos devem ser acompanhados por esquemas simples legendados e fotografias em atlas de anatomia. Importa salientar que o trabalho prático visa estabelecer homologias entre as estruturas dos órgãos dos animais a que pertencem e as dos órgãos humanos.
- Construção de modelos de órgãos ou sistemas de órgãos com materiais simples, por exemplo, coração, caixa torácica, vasos sanguíneos...
- Organização de uma pequena brochura ou exposição sobre riscos, medidas de prevenção e comportamentos que promovem o funcionamento saudável dos sistemas estudados.
- Concepção e execução de acções de sensibilização, destinadas à comunidade escolar ou educativa, de divulgação de comportamentos de risco e promoção de comportamentos saudáveis. Esta iniciativa

terá por base o trabalho realizado pelos alunos, mas poderá envolver a intervenção de técnicos especializados.

6 | Sugestões de avaliação

Todas as actividades sugeridas permitem a recolha de dados para avaliação. Nalguns casos permitem a elaboração de trabalhos pelos alunos, o que facilita a sua análise retrospectiva pelo professor; noutros exigem que o docente preveja formas mais ou menos estruturadas de observação. Em qualquer dos casos destacam-se os seguintes aspectos:

- diversificar as estratégias de recolha de dados,
- garantir que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal são consideradas e avaliadas;
- clarificar os critérios de sucesso inerentes aos desempenhos e/ou documentos solicitados aos alunos;
- averiguar o ponto de partida dos alunos e fornecer-lhes *feedback* adequado à sua progressão, responsabilização e motivação.

Os documentos elaborados pelos alunos (sínteses de pesquisa, textos, memórias descritivas, esquemas legendados, *posters*, ...), bem como os desempenhos relacionados com a sua apresentação oral ou debate devem ser considerados elementos de avaliação. Os respectivos formatos devem ser previamente aferidos/ negociados com os alunos, ponderando as suas competências e motivações, assim como o tempo disponível.

Como referido no módulo 2, os modelos/ artefactos construídos pelos alunos devem ser considerados elementos de avaliação. O enquadramento da sua realização deverá assegurar que a dimensão conceptual não seja negligenciada pelos alunos.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ABRAHAMS P. (2003) *Atlas do Corpo Humano*, Lisboa, Editorial Estampa, Lda. ISBN:972-33-1877-6

Livro interessante para professores e alunos. Apresenta aspectos de morfologia e fisiologia humana. Para cada tema apresenta e explora algumas situações de doença, seu diagnóstico e/ou terapêutica. Possui excelentes esquemas e fotografias. O texto é adequado para ser consultado pelos alunos sob supervisão do professor.

ALDERSON, P., ROWLAND, M. (1995) *Making Use of Biology* (2ª Ed.) London, MacMillan Press Ltd. ISBN: 0-333-62093-3

Neste texto, a abordagem dos conceitos surge da necessidade de compreender aspectos sociais, económicos, tecnológicos ou éticos, bem como explorar as influências culturais e as limitações associadas aos conhecimentos de Biologia. O livro está organizado em duas partes, "Economic and Environmental Biology" e "Human and Social Biology". São apresentados questionários (com soluções) e exemplos de actividades práticas. Texto para professores.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

Livro de texto em que se tratam alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, bem como de Fisiologia (circulação, digestão, respiração). O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

GRUPO EDITORIAL PARRAMON EDICIONES (1997) *Atlas de Anatomia: conhece o teu corpo*, Porto, EDINTER. ISBN: 972-43-0279-2

Livro interessante para professores e alunos. Excelentes esquemas de anatomia de todos os órgãos do corpo humano, legendados, apresentando também alguns esquemas de aspectos histológicos.

GUYTON, A. (2001) *Tratado de Fisiologia Medica* (10ª Ed.), Madrid, Interamericana – Mcgraw-Hill Interamericana. ISBN: 84-486-0322-2.

Obra de aprofundamento bastante completa, para o professor. Aborda a fisiologia dos diferentes sistemas do corpo humano, bem como alguns aspectos de anatomia. O texto é acompanhado por esquemas, gráficos e tabelas.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

KINDERSLEY, D. (1996) *O Corpo Humano*, São Paulo, Editora Globo S.A. ISBN: 85- 250-1651-9

Guia multimédia sobre o corpo humano e o seu funcionamento, em língua portuguesa. Requer Windows 95 ou versão superior. A navegação é fácil e intuitiva para os alunos, possuindo algumas imagens animadas.

JACOB, S.W., FRANCONI, C. A.; LOSSOW, W. J. (1984) *Anatomia e Fisiologia Humana* (5ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

Obra que reúne esquemas pormenorizados dos sistemas humanos, enfatizando a fisiologia dos mesmos. No final dos capítulos, sur-gem resumos e questões de revisão. Existem várias referências bibliográficas agrupadas de acordo com as temáticas específicas, o que facilita a pesquisa a quem desejar maior aprofundamento de um tema.

MATT, M., & ZIEMIAN, J. (1990) *Human Anatomy Coloring Book*, Dover Publications. ISBN: 0486241386

Livro muito interessante para professores, fornecendo excelentes esquemas de aspectos de anatomia humana que podem ser adaptados para os alunos colorirem, proporcionando, desse modo, uma forma alternativa de estudar aspectos de anatomia e fisiologia humana.

MOORE, R. (Ed.) (1994) *Biology Labs That Work: The best of How-to-do-its*, Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers (NABT).

São apresentadas actividades práticas simples e executáveis com recursos acessíveis. As sugestões podem ser facilmente adaptadas, de modo a ajustar o grau de abertura das tarefas às características particulares dos alunos. O texto enfatiza a necessidade dos alunos serem envolvidos em processos de desenho experimental, formulação de hipóteses, observação sistemática e organização de registos, bem como de interpretação, conclusão e comunicação de resultados.

PURVES, W., ORIANS G., HELLER E. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações.

SEELEY, R.; STEPHENS, T.; TATE, P. (1997) *Anatomia e Fisiologia* (1ª Edição), Lisboa, Lusodidacta.

Nesta obra a os conceitos são apresentados de forma simples. A relação entre a estrutura e função e a homeostase são os temas mais realçados. Incluem-se, em cada capítulo, para além da apresentação clara dos temas, resumos e questões.

TORRANCE, J. (coord.) (1999) *Human Biology – higher grade*, London, Hodder & Stoughton. ISBN0-340-639083

Texto simples e sintético acompanhado por muitos esquemas. Apresenta sugestões de actividades práticas e experimentais, bem como exemplos de questionários de revisão ou avaliação.

VANDER, A., SHERMAN, J., LUCIANO, D. (2001) *Human Physiology: the mechanisms of Body Function* (8ª Ed.), New York, McGraw Hill. ISBN: 0-07-118088-5 (existem versões brasileiras de edições anteriores)

Obra de referência, com excelentes esquemas e fotografias. Permite o estudo de conceitos relacionados com a reprodução humana, genética e alterações do material genético, imunologia, bem como aspectos gerais de toxicologia. Inclui CD-ROM interativo.

ZUIDEMA, G. & SCHOSSBERG, L. (1997) *Atlas de anatomia funcional humana*, Lisboa. Instituto Piaget. ISBN: 972-771-609-1

Obra de aprofundamento para professores. O texto é acompanhado por ilustrações bastante pormenorizadas e legendadas.

MATT, M., & ZIEMIAN, J. (1990) *Human Anatomy Coloring Book*, Dover Publications. ISBN: 0486241386

Livro muito interessante para professores, fornecendo excelentes esquemas de aspectos de anatomia humana que podem ser adaptados para os alunos colorirem, proporcionando, desse modo, uma forma alternativa de estudar aspectos de anatomia e fisiologia humana.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.biorede.pt/>

BIOREDE, informação sobre Biologia com interesse didáctico e científico, Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

<http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/>

Contém informação relativa ao corpo humano (morfofisiologia, desequilíbrios, ...).

http://www.rede-nonio.min-edu.pt/1cic/agrup_ovar/corpo.htm

Contém informação relativa ao corpo humano possuindo hiperligações para diversos *sites*

<http://www.bsos.org/>

Endereço oficial de Biological Sciences Curriculum Study.

<http://vlib.org/Biosciences.html>

The Virtual Library (Biblioteca virtual de Ciências da Vida) artigos sobre problemáticas abordadas no programa.

<http://www.fi.edu/tfi/units/life/>

The Franklin Institute Science Museum (com diversos links úteis para alunos e professores).

<http://www.pitt.edu/~poole/biology.html>

Secondary Education Resources-Science-Biology (catálogo de recursos da University of Pittsburgh).

Material Básico de Laboratório para trabalhos de dissecação

Tabuleiros

Placas de cortiça

Alfinetes

Instrumentos de dissecação (tesoura, bisturi, agulhas, sondas caneladas...).

Material improvisado para a construção de modelos de órgãos ou sistemas de órgãos

Os materiais apresentados têm apenas carácter ilustrativo.

- Coração: caixa de sapatos, (a tampa fornece o cartão para a divisão das cavidades e válvulas) tubos flexíveis para os vasos sanguíneos;
- Caixa torácica: garrafa de água cortada; rolha de cortiça ajustada à abertura da garrafa e com perfuração ajustada ao calibre do tubo que a atravessa; tubos de aquário ligados por T de plástico (traqueia e brônquios) e ajustados a balões de borracha (pulmões), círculo de borracha (diafragma) ajustado à parte cortada da garrafa por fio ou elástico;
- Vasos sanguíneos: tubos flexíveis de diferentes calibres revestidos por camadas de diferente natureza e espessura consoante os vasos a simular, utilizando, por exemplo papel fino, esponja, tecido, ...

Índice Geral

Parte I – Orgânica Geral

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver	4
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	5
5. Elenco Modular	7
6. Bibliografia	7

Parte II – Módulos

Módulo 1 - A Terra é um Planeta Especial	22
Módulo 2 - Os seres Vivos Utilizam a Terra	33
Módulo 3 - É Preciso Cuidar da Terra	42
Módulo 4 - O Organismo Humano é um Sistema	48