

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular**

Ensino Recorrente de Nível Secundário

Programa

de

**Geologia**

12º Ano

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias

Autores

Filomena Amador (Coordenadora)  
Margarida Silva

**Homologação**

**31/10/2006**

## ÍNDICE

Introdução	2
1. Apresentação do Programa de Geologia	2
1.1 Finalidades	3
1.2 Objectivos	3
1.3 Competências a desenvolver	4
1.4 Sugestões Metodológicas Gerais	5
1.5 Avaliação	6
1.6 Recursos	7
2. Desenvolvimento do programa	11
2.1 Visão Geral dos Temas/Conteúdos	11
2.2 Módulo 1 – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera	13
2.3 Módulo 2 – A História da Terra e da Vida	26
2.4 Módulo 3 – A Terra ontem, hoje e amanhã	37
3. Bibliografia	51

## **INTRODUÇÃO**

A disciplina de Geologia do 12º ano integra o plano de estudos do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário Recorrente, como disciplina de opção da componente de formação específica, dispondo de uma carga horária de 4.5 horas semanais distribuídas em três unidades lectivas de 90 minutos.

A investigação geológica orienta-se, essencialmente, por objectivos de natureza causal e de natureza histórica. Por um lado, a geologia procura encontrar as leis que regem os diversos fenómenos geológicos e que conduzem à formação de paisagens, de rochas, de minerais, etc., mas, por outro lado, também procura descrever, em termos temporais, a evolução do globo terrestre, desde a sua formação até ao presente. Os programas de ‘Biologia e Geologia’ (componente de Geologia) 10º e do 11º anos respondem, no essencial, ao primeiro destes objectivos, a que se poderia chamar uma geologia física. O programa de Geologia do 12º ano, embora não descurando o primeiro tipo de objectivos, atribui uma maior importância às perspectivas históricas, não só em termos do próprio conhecimento geológico como, também, uma maior atenção ao desenvolvimento da Geologia como ciência (história da ciência). Não basta conhecer conceitos e teoria é também necessário compreender a sua formação e desenvolvimento. Avaliar teorias científicas, no sentido de compreender as suas mudanças temporais, poderá contribuir para uma outra forma de orientar o ensino da Geologia. Uma perspectiva histórica ajudará os alunos a desenvolverem o sentido crítico e a criatividade, uma vez que os conhecimentos não são apresentados como entidades definitivas e terminadas, mas sim como entidades que vão evoluindo no tempo. Além disso, é importante, na sociedade actual, ser capaz de identificar as principais características do raciocínio científico. Só desse modo é possível distinguir a ciência de outras formas de conhecimento.

O programa do 12º ano encontra-se dividido em três módulos. O primeiro módulo aborda um período relativamente recente da história da geologia, a mudança da Teoria da Deriva dos Continentes para a Teoria da Tectónica de Placas, procurando chamar a atenção para os aspectos que condicionaram esta evolução. Analisa-se ainda a dinâmica das placas litosféricas (Teoria da Tectónica de Placas), identificando os principais modelos que no presente suportam a Teoria, sem contudo, deixar de chamar a atenção para o facto da investigação científica estar em constante progresso e que novos problemas surgem e novas respostas são dadas continuamente. No segundo módulo estuda-se a história da Terra. Reconstruir o passado do globo terrestre com base na paleogeografia, na paleoclimatologia e na paleontologia é um trabalho que exige rigor, mas também imaginação. Estuda-se ainda a história geológica do território português com a ajuda de uma das melhores ferramentas que o geólogo possui, a cartografia geológica. Por sua vez, compreender o passado ajuda a prever o futuro do planeta e tópicos como a evolução climática, o aparecimento da espécie humana e a sua gradual intervenção no meio ambiente são alvo de estudo no módulo três.

### **1. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA DE GEOLOGIA**

Indicam-se, seguidamente, as linhas fundamentais que presidiram à elaboração deste programa e os objectivos que com ele se pretendem atingir. São ainda referidas, algumas propostas metodológicas de carácter geral, indicações relativas à avaliação, assim como diversos recursos considerados necessários para a concretização do programa.

## 1.1 FINALIDADES

As finalidades que presidiram à elaboração deste programa estão marcadas pela adopção, à partida, de alguns princípios onde subjaz uma orientação construtivista:

- A aprendizagem das ciências deve ser entendida como um processo activo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento.
- Os conhecimentos prévios dos alunos condicionam as suas aprendizagens, necessitando o professor de estabelecer conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos.
- As actividades práticas, de carácter experimental, investigativo, ou de outro tipo, desempenham um papel particularmente importante na aprendizagem das ciências.
- Ao professor cabe a tarefa de organizar e dirigir as actividades práticas dos alunos, servindo-se para esse efeito de problemas que, de início, possam suscitar o seu interesse, facilitando as conexões com os seus conhecimentos prévios e estruturando novos saberes.
- A avaliação, parte intrínseca do processo de ensino e aprendizagem, deve ser entendida como uma oportunidade para introduzir correcções nesse mesmo processo, privilegiando-se uma diversificação nos tipos de avaliação utilizados.
- A Ciência deve ser apresentada como um conhecimento em construção, dando-se particular importância ao modo de produção destes saberes, reforçando a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da ciência e da investigação científica.

Finalidade última do conjunto de temas seleccionados no programa de Geologia será a de: permitir um melhor conhecimento da Terra, da sua história, da sua dinâmica e da sua evolução; articular conceitos básicos com os acontecimentos do dia-a-dia, tornando possíveis interpretações mais correctas das transformações que continuamente ocorrem; sensibilizar para a importância de estudar, prever, prevenir e planear, bem como a de gerir conscientemente os recursos finitos de um planeta finito, tornado mais pequeno e vulnerável por uma população humana em crescimento acelerado e pelo desenvolvimento de tecnologias cada vez mais poderosas e agressivas. Estas, frequentemente postas ao serviço de padrões de consumo mais e mais delapidadores dos bens da Terra, são causadoras de alterações ao nível global, com profundo impacto sobre a biosfera e, de um modo particular, sobre o próprio Homem.

## 1.2 OBJECTIVOS

Os objectivos que presidiram à selecção e organização dos conteúdos programáticos podem ser agrupados da seguinte forma: os que são comuns ao ensino das ciências experimentais, a nível do ensino secundário, e aqueles que, naturalmente, são específicos para a área da Geologia. Nos primeiros incluem-se:

- interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica;

- aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas;
- desenvolver capacidades de selecção, de análise e de avaliação crítica;
- desenvolver capacidades experimentais em situações de indagação a partir de problemas do quotidiano;
- desenvolver atitudes, normas e valores;
- promover uma imagem da Ciência coerente com as perspectivas actuais;
- fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;
- melhorar capacidades de comunicação escrita (texto e imagem) e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).

No segundo tipo de objectivos incluem-se:

- compreender os princípios básicos do raciocínio geológico;
- conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas;
- interpretar alguns fenómenos naturais com base no conhecimento geológico;
- aplicar os conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações;
- reconhecer as interacções que a Geologia estabelece com as outras ciências;
- valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade actual.

Na rubrica relativa ao desenvolvimento do programa são apresentados os objectivos específicos para cada um dos módulos, assim como os respectivos conteúdos associados.

### **1.3 COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER**

O presente programa pretende desenvolver competências nos seguintes domínios:

- aquisição, compreensão e utilização de dados, conceitos, modelos e teorias, isto é, do saber ciência;
- desenvolvimento de destrezas cognitivas em associação com o incremento do trabalho prático, ou seja, no domínio do saber fazer;

- adopção de atitudes e de valores relacionados com a consciencialização pessoal e social e de decisões fundamentadas, visando uma educação para a cidadania.

Com vista a atingir os objectivos formulados e a permitir o desenvolvimento das competências anteriormente expressas, o programa encontra-se organizado por módulos a que se associam conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais. As características particulares de cada um destes conteúdos exigem uma atenção especial.

Os conteúdos conceptuais, incluídos nos vários temas, foram seleccionados de entre os pertencentes aos conhecimentos considerados básicos em Geologia, correspondendo a dados, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem aprender. Embora não seja possível ensinar Geologia na ausência de dados factuais, considera-se que estes só adquirem importância quando o seu significado é compreendido ou quando são interpretados no seio de quadros teóricos mais amplos; por isso, valorizam-se em especial os conceitos, modelos e teorias.

Os conteúdos atitudinais, possuidores de um carácter transversal, incluem a promoção de atitudes, normas e valores relativos à natureza da Ciência e às suas implicações sociais, assim como as referentes às actividades e relações que se desenvolvem em ambiente escolar e em sociedade, abrangendo a educação para a cidadania.

Por sua vez, os conteúdos procedimentais incluem o domínio de algumas técnicas e destrezas, bem como estratégias de aprendizagem e de raciocínio. Relativamente a estes últimos, no programa de Geologia são valorizados os conteúdos procedimentais relativos à:

- aquisição de informação;
- interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos;
- análise de informação e realização de inferências, sendo que este tipo de raciocínios possui um valor particular em Geologia;
- compreensão e organização conceptual da informação;
- comunicação da informação.

É importante realçar que conteúdos procedimentais e atitudinais só adquirem significado quando aplicados a um determinado conteúdo conceptual.

## **1.4 SUGESTÕES METODOLÓGICAS GERAIS**

Os objectivos anteriormente enunciados só podem ser concretizados através da colocação em prática de propostas metodológicas coerentes com as concepções teóricas defendidas. Nesse sentido, destacam-se algumas das principais ideias que enformam, na prática, as propostas de actividades de aprendizagem sugeridas em cada um dos módulos:

- Atribuir um especial destaque à História da Ciência, em particular no suporte de estratégias de ensino baseadas em exemplos históricos. O conhecimento de antigas formas de pensar, obstaculizadoras, em determinados momentos, do desenvolvimento científico, associado à compreensão e valorização de episódios históricos que traduzem uma mudança conceptual, ajuda a identificar não só os conceitos estruturantes como pode, igualmente, ser uma ferramenta importante na sua superação.

- Privilegiar actividades práticas suscitadas por situações problemáticas abertas que favoreçam a explicitação das concepções prévias dos alunos, a formulação e confrontação de hipóteses, a

eventual planificação e realização de actividades experimentais e respectivo registo de dados, atribuindo uma especial ênfase à introdução de novos conceitos e à sua integração e estruturação nas representações mentais dos alunos. Por último, deve ser prevista a possibilidade de aplicação dos conceitos estudados a situações concretas. Neste tipo de actividades, o professor deve assumir-se como dinamizador e facilitador, envolvendo os alunos no planeamento de actividades experimentais teoricamente enquadradas.

- Estimular o trabalho cooperativo, promovendo um clima de diálogo e de participação, dando a oportunidade aos alunos de explicitar as suas ideias e tornando-os conscientes das suas concepções e das dos colegas. Oferecer a possibilidade de as confrontar entre si e em simultâneo com os modelos científicos, fornecendo deste modo as condições necessárias para que se verifique uma evolução nas suas representações mentais.

- A utilização de modelos físicos analógicos, comum no ensino da Geologia, deverá ser realizada com precaução, uma vez que, pelas características do próprio conhecimento geológico, se levantam, normalmente, problemas de escala, de representatividade dos materiais e de velocidade dos processos. Aconselha-se, por isso, que o recurso a modelos analógicos seja acompanhado de uma discussão das hipóteses subjacentes, de uma apreensão das suas limitações e de uma avaliação crítica dos resultados associada a uma comparação com dados reais.

- Desenvolver actividades de aprendizagem que integrem, na medida do possível, os diferentes conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.

- Usar as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação) como suporte na pesquisa de informação, no tratamento de dados, na construção de modelos dinâmicos e na comunicação. Não esquecer, também, as potencialidades que este tipo de ferramentas possui na promoção do trabalho cooperativo.

Ao longo do programa são sugeridas diversas actividades que visam a construção e aquisição dos conteúdos programáticos, a nível conceptual, procedimental e atitudinal. Pretende-se com estas actividades contribuir para criar ambientes de ensino e de aprendizagem que permitam aos alunos construir o seu conhecimento. Sugere-se que a partir das sugestões metodológicas apresentadas para cada tópico sejam elaborados materiais didácticos por equipas de professores, submetidos, depois de produzidos, a uma contrastação experimental que vise a sua avaliação e melhoria, adquirindo também, desta forma, o trabalho do professor uma componente de trabalho cooperativo e investigativo.

## **1.5 AVALIAÇÃO**

O processo de avaliação, em relação directa com o ensino e a aprendizagem, é uma actividade que se deve caracterizar pela identificação de erros ou dificuldades, tentativas de compreensão das suas causas e tomadas de decisões com o objectivo de os corrigir, nela devendo estar envolvidos o professor e o aluno, este último num processo de auto-avaliação que o torne consciente dos seus percursos de aprendizagem. No Ensino Secundário Recorrente, a avaliação adquire uma particular importância devido ao grau de autonomia que o estudante possui na gestão do seu percurso de aprendizagem, sugere-se por isso que a nível da avaliação formativa e sumativa, sempre que possível, se opte por diversificar os instrumentos de recolha de informação.

Considerando que os alunos já são possuidores das suas próprias representações, chama-se a atenção para o papel que a avaliação diagnóstica, geradora de conhecimento sobre eventuais dificuldades dos alunos, pode potencialmente desempenhar em cada módulo, permitindo adequar o programa às características dos alunos. Por sua vez, a avaliação formativa, de carácter contínuo e sistemático, e orientada de modo a promover a auto-avaliação, deve permitir, tanto a professores como a alunos, uma consciencialização das aprendizagens.

Durante o processo de ensino também o próprio programa deve ser alvo de avaliação, procurando os professores ajustá-lo às diferentes realidades, tendo em consideração os princípios da Pedagogia do Ensino de Adultos. Associada à avaliação diagnóstica e formativa deverá ter lugar também uma avaliação sumativa que se destina a informar os alunos e os professores sobre o desenvolvimento e a qualidade do processo educativo.

A avaliação das capacidades, atitudes e valores deve ser enquadrada em actividades de ensino que promovam este tipo de aprendizagens, defendendo-se a utilização de instrumentos de avaliação diversificados, nomeadamente baseados em critérios.

## **1.6 RECURSOS**

Tendo em consideração o conceito alargado de actividade prática aceite, incluindo actividades de papel e lápis, pesquisas bibliográficas, debates, planeamento de experiências e a sua realização, registo e organização de dados, isto é, todo e qualquer tipo de actividade em que o aluno se assuma como construtor do seu próprio conhecimento, tornam-se necessários diversos recursos que se agrupam de acordo com a sua natureza e finalidade.

Ao listarem-se alguns recursos considerados relevantes, não se pretende, com isso, a exclusão de outro tipo de recursos. A partir de material considerado básico, as escolas e os professores deverão promover o seu enriquecimento de acordo com condições específicas.

### **a) Material básico de laboratório**

Consultar as listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral de Administração Escolar – DGAE – (actual DGRHE). Acrescenta-se a esta lista o seguinte material:

- Conjunto de crivos

### **b) Material básico para actividades de campo**

- Caderno de campo
- Canivetes
- Capacete
- Caixa de primeiros socorros
- Cartas geológicas
- Bússola com clinómetro
- Escopros
- Etiquetas
- Fitas métricas
- Máquina fotográfica



- Marcador indelével
- Martelos de geólogo
- Mochila
- Lupas de mão (10x)

c) Amostras de fósseis diversos

d) Blocos-diagrama e modelos para reproduzir estruturas geológicas

- Placa plástica transparente com punho
- Tina em plástico transparente (26x16x17 cm)

e) Cartas (topográficas e geológicas), mapas temáticos e fotografias aéreas

- Cartas geológicas de Portugal (Escala 1: 500 000 e 1: 50 000)
- Mapas topográficos (Folhas da Carta Militar de Portugal à escala de 1: 25 000)
- Carta Tectónica de Portugal (escala 1: 1 000 000)
- Fotografias aéreas (pares)
- Fotografias obtidas por detecção remota
- Carta hidrogeológica de Portugal
- Cartas pedológicas
- Cartas mineiras

f) Recursos bibliográficos

Além da bibliografia referida no final do programa aconselha-se igualmente a consulta das seguintes revistas:

- *Alambique – didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona: Graó.
- *Colóquio/Ciência*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- *Ensenanza de las ciencias*. Barcelona: I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Barcelona: I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- *GEOlogos*.
- *Geonovas*. Porto: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos.
- *La Recherche*. Paris: La Societé D' Éditions Scientifiques.
- *Revista Electronica de Enseñanza de las Ciencias*.  
(<http://www.saum.uvigo.es/reec/index/htm>)
- *Revista de Investigação em Ensino das Ciências*.
- *Scientific American*. Nova York: Scientific American, Inc..
- *Science*.
- *Science et Vie/Science et Vie Júnior*. Paris: Science & Vie, Excelsior Publications S.A.

g) Recursos institucionais, locais de interesse geológico e geomonumentos

- Museu Nacional de História Natural (Lisboa)
- Museu Universitário de Mineralogia/Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real)
- Museu de História Natural da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Museu de História Natural da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
- Museu de História Natural da Universidade de Lisboa
- Museu Geológico do INETI (Lisboa)
- Museu do Ferro da Região de Moncorvo (Torre de Moncorvo)
- Museu da Lourinhã
- Casa da Malta – Museu Mineiro (S. Pedro da Cova – Gondomar)
- Museu Mineiro do Lousal
- Parque Paleozóico (Valongo)

h) Recursos geológicos multimédia

As fontes de informação referidas dividem-se em didácticas e geológicas e, por sua vez, as geológicas subdividem-se em nacionais e internacionais.

Didácticas:

- *La Enseñanza de las Ciencias en Preguntas e Respuestas* (Juan Miguel Campanario) – <http://www2.uah.es/jmc/webens/portada.html>

Geológicos – Nacionais:

- GEOPOR (<http://www.geopor.pt>) – este sítio disponibiliza informação relevante relacionada com as Geociências em Portugal. Inclui o GEOPOR NA ESCOLA, especialmente dirigido a professores e alunos, onde se destacam sugestões de actividades de campo e de laboratório, base de dados fotográfica com aspectos geológicos nacionais com interesse didáctico e informações para os alunos que pretendam prosseguir os seus estudos na área da Geologia.
- Museu Geológico (<http://e-geo.ineti.pt/geociencias/centros/museu.htm>)
- Museu de História Natural da Universidade de Lisboa (<http://www.mnhn.ul.pt>)
- Museu da Lourinhã (<http://www.museulourinha.org/pt/index.htm>)
- Museu de Mineralogia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (<http://www.fc.up.pt/geo>) – este sítio proporciona uma visita à sala de Mineralogia do Museu de História Natural da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Instituto de Meteorologia (<http://www.meteo.pt/sismologia/sismos.html>).
- Direcção-Geral do Ambiente (<http://www.dga.min-amb.pt/atlas/index.html>).
- Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (<http://www.dct.uminho.pt/mirandela>) e o Centro de Estudos Geológicos da Universidade Nova de Lisboa (<http://www.dct.fct.unl.pt/CEGUNLP/Cienciaviva.html>) – disponibilizam, respectivamente, visitas de campo virtuais à depressão de Mirandela e à Península de Setúbal.

- Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho – através de <http://www.dct.uminho.pt/rpmic> é possível aceder a uma aplicação que simula observações microscópicas de rochas portuguesas.
- Parque Mineiro Cova dos Mouros (<http://minacovamouros.sitepac.pt>).
- O Ensino Experimental em Geociências na Internet (Prof. João Praia, Prof. Luís Marques e Profª. Clara Vasconcelos, Universidades do Porto e de Aveiro). <http://oficina.cienciaviva.pt/~pw054/>.
- Associação Portuguesa de Geólogos <http://www.apgeologos.pt/index.htm>

#### Geológicos – Internacionais

- Propostas de actividades práticas (Profº. Juan Gabriel Morcillo Ortega, Universidade Complutense) <http://www.ucm.es/info/diciex/programas/index.html>
- *Planet-Terre* – sitio de apoio aos programas franceses de Geologia para o Ensino Secundário. <http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/>

#### Aplicações em filme/vídeo

- *The Living Planet*, David Attenborough.
- *Earth Revealed*, Maureen Muldaur
- *Earth Story*, David Sington, BBC, 1998.

#### Aplicações em CD-ROM

- "Rochas e Minerais de Portugal ao Microscópio" (José Brilha e Renato Henriques, Universidade do Minho). Este recurso electrónico pretende obviar a ausência, quase generalizada, de microscópios petrográficos nas escolas. Com este CD é possível obter inúmeras informações acerca de 10 minerais e 14 rochas, vulgarmente encontrados em Portugal, simulando as observações microscópicas reais. Pode ser vista uma versão *on-line* do CD-ROM, muito simplificada, em <http://www.dct.uminho.pt/rpmic>.

## 2. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

### 2.1 VISÃO GERAL DOS TEMAS/CONTEÚDOS

Cada um dos módulos é apresentado por meio de:

- um quadro de conteúdos programáticos, onde se encontram descritos os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais previstos para cada um dos temas e onde também se estabelece o tipo e o grau de aprendizagem que se espera venha a ser alcançado pelos alunos nos diferentes assuntos; são ainda destacados aspectos particularmente relevantes da matéria, que devem ser alvo de insistência por parte do professor. Além disso, este quadro pretende, também, ser uma referência quando se desenvolvam actividades de aprendizagem e de avaliação;
- um conjunto de documentos complementares, que reúne cartas de exploração, para cada um dos tópicos programáticos, assim como algumas sugestões de actividades práticas.

O Quadro seguinte inclui uma visão geral dos temas propostos para o programa do 12º ano de Geologia, apenas ao nível dos conteúdos conceptuais.

Quadro I – Visão geral dos módulos (conteúdos conceptuais)

Módulo I Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera.	Módulo II A História da Terra e da Vida	Módulo III A Terra ontem, hoje e amanhã
1. Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes. 1.1. A dinâmica terrestre explicada pelos contraccionistas e permanentistas (período pré-wegeneriano). 1.2. A Teoria da Deriva Continental de Wegener. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos. 1.3. Críticas à Teoria da Deriva dos Continentes.	1. A medida do tempo e a história da Terra. Exemplos de métodos de datação. 1.1. ‘Relógios’ sedimentológicos. Litostratigrafia. Ciclos de gelo-degelo. 1.2. ‘Relógios’ paleontológicos. Biostratigrafia. Dendrocronologia. 1.3. Métodos físicos e geofísicos. Datações radiométricas. Magnetostratigrafia.	1. A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e impacto da dinâmica litosférica nas mudanças climáticas. 2. Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana. 3. O Homem como agente de mudanças ambientais. 3.1. Aquecimento global. 3.2. Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente.

Módulo I Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera.	Módulo II A História da Terra e da Vida	Módulo III A Terra ontem, hoje e amanhã
<p>1.4. Os primeiros passos de uma nova teoria – a Teoria da Tectónica de Placas. Topografia dos fundos oceânicos e evidências paleomagnéticas.</p> <p>2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas.</p> <p>2.1. A convecção do manto terrestre e o movimento das placas litosféricas.</p> <p>2.2. Movimentos verticais da litosfera. Equilíbrio isostático.</p> <p>2.3. Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas.</p>	<p>2. Tabela cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas.</p> <p>3. Geohistória. A vida no Pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica.</p> <p>4. A história geológica de uma região.</p> <p>4.1. Cartografia geológica.</p> <p>4.2. Interpretação a partir de uma carta dos principais aspectos geológicos da região onde a escola se insere.</p>	<p>3.3. Exploração e modificação dos solos.</p> <p>3.4. Exploração e contaminação das águas.</p> <p>4. Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais.</p>

## MÓDULO I – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera

### Introdução

A Teoria da Deriva dos Continentes, proposta por Alfred Wegener (1880-1930) no início do século XX, forneceu novas formas de observar e de pensar a Terra. Contudo, pese embora a validade da maior parte da argumentação que suportava a nova teoria, a comunidade científica não a aceitou de imediato. Só, passado 40 anos as concepções mobilistas propostas por Wegener e por outros investigadores foram favoravelmente acolhidas pela generalidade dos cientistas.

Na actualidade, a Teoria da Tectónica de Placas é um dos principais paradigmas que enquadra a investigação em geologia. Mas, o mecanismo que permite a mobilidade dos continentes ainda não está suficientemente esclarecido, assim como a influência que o mesmo desempenha nos fenómenos superficiais. A própria Teoria da Tectónica de Placas tem vindo a sofrer desenvolvimentos nos últimos anos. Conceitos como os de placa litosférica e de astenosfera estão a sofrer alterações na sua significação.

Saber geologia não deverá corresponder apenas ao conhecimento dos referenciais teóricos aceites pela comunidade científica, mas também à percepção de que a geologia é um conhecimento em constante evolução.

### 1. Objectivos didácticos

- Reconhecer a importância das controvérsias e mudanças teóricas na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos.
- Conhecer os principais argumentos que apoiavam a Teoria da Deriva dos Continentes.
- Identificar os factores de mudança/dificuldades, internos e externos, na passagem da Teoria da Deriva dos Continentes para a Teoria da Tectónica de Placas.
- Enriquecer e completar o modelo de ‘tectónica de placas’, que os alunos já devem possuir, através da apresentação e análise de uma série de dados oriundos, em particular, do âmbito da geofísica.
- Conhecer as causas dos movimentos litosféricos, verticais e horizontais.
- Compreender o significado de algumas estruturas geológicas, como os riftes e as cadeias de montanha, no contexto da Teoria da Tectónica de Placas.

### **3. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento**

## MÓDULO 1 – DA TEORIA DA DERIVA DOS CONTINENTES À TEORIA DA TECTÓNICA DE PLACAS. A DINÂMICA DA LITOSFERA

Quadro I – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de tempos lectivos previstos

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
1. Génese e evolução histórica da Teoria da Deriva dos Continentes.	Analisar textos e identificar o tipo de argumentação utilizada pelos seus autores.	Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.				
1.1. A dinâmica terrestre explicada por contraccionistas e imobilistas (período pré-wegeneriano).	Identificar elementos constitutivos da situação-problema.	Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.	A evolução histórica das teorias científicas, procurando colocar em destaque os processos de mudança e e/ou enriquecimento teórico.	Uma apresentação descritiva de dados históricos.	Contraccionismo e imobilismo do globo terrestre.	3
1.2. A Teoria da Deriva dos Continentes de Wegener. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos.	Problematizar e formular hipóteses. Testar e validar ideias. Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.	Ver, na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.	As interpretações da morfologia e da dinâmica terrestre formulada por contraccionistas e imobilistas. As discordâncias que, no início do século XX, começaram a surgir entre estas interpretações e uma série de dados e evidências novos.		Teoria da Deriva dos Continentes. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos.	3



Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
1.3. Críticas à Teoria da Deriva dos Continentes.	Observar e interpretar dados.  Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.	Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.  Assumir atitudes de defesa do património geológico.	Os processos de génese e de mudança de teorias científicas. A relação entre observação e teoria. A influência de factores externos (sociais, políticos,...) no desenvolvimento da ciência.	A ideia da existência de um saber final e verdadeiro, a salvo de qualquer crítica ou reformulação posterior.	Teoria da Tectónica de Placas. Placa litosférica (revisão do conceito). Paleomagnetismo. Inversões de polaridade. Morfologia dos fundos oceânicos (planície abissal, dorsal médio-oceânica, rifte, ilhas vulcânicas.)	4
1.4. Os primeiros passos de uma nova teoria. A Teoria da Tectónica de Placas. Topografia dos fundos oceânicos e evidências paleomagnéticas.	Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.		O papel dos cientistas como construtores e avaliadores de teorias. A possibilidade de as teorias permitirem fazer previsões que poderão estar ou não de acordo com dados obtidos através da observação e da experimentação, referindo que a discordância pode suscitar a procura de novas explicações.	Uma visão excessivamente relativista sobre o conhecimento científico.		6
2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas.						

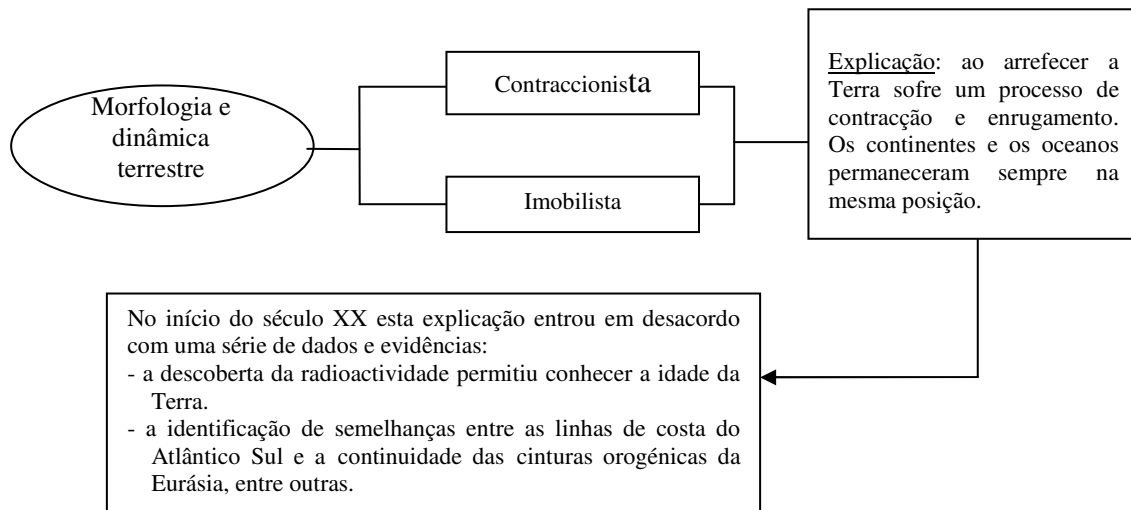
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
2.1. A convecção do manto terrestre e o movimento das placas litosféricas.			As contribuições dos dados geofísicos e morfológicos dos fundos oceânicos para a aceitação de uma teoria mobilista.	Considerar um dos modelos de convecção mantélica como o modelo cientificamente correcto. É importante destacar que este é um assunto em debate pela comunidade científica.	As fontes energéticas para a dinâmica terrestre. Correntes convectivas.	
2.2. Movimentos verticais da litosfera. Equilíbrio isostático.			Fontes energéticas para a convecção mantélica. A existência de diferentes modelos explicativos da dinâmica do manto e da respectiva relação com o movimento das placas. A contribuição dos avanços tecnológicos (tomografia sísmica) para o conhecimento do interior da Terra.		Anomalias isostáticas. Ajustamentos isostáticos. Exemplos de ajustamentos isostáticos na superfície terrestre.	5
2.3. Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas.			As relações com a Física, aproveitando os conhecimentos dos alunos sobre a força gravidade.	Uma descrição exhaustiva das várias estruturas e exemplos.	Morfoestrutura transversal e longitudinal das dorsais oceânicas. Falhas transformantes. Taxa de expansão oceânica.	4
			O significado de algumas estruturas geológicas à luz da Teoria da Tectónica de Placas.		Arcos insulares intra-oceânicos. Riftes continentais. Grabens e horsts. Bacias sedimentares. Subsidência. Cadeias montanhosas: intracontinentais e de margem (subducção, obducção e colisão).	8

## 1. Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes

### 1.1. A dinâmica terrestre explicada por contraccionistas e imobilistas (período pré-wegeneriano)

Para compreendermos o impacto provocado pela Teoria da Deriva dos Continentes, quando foi apresentada no início do século XX, é importante conhecer as principais ideias e teorias defendidas pela comunidade científica na época. A superfície terrestre era interpretada, por contraccionistas e imobilistas, como um globo em arrefecimento e que por isso estaria a sofrer processos de contracção e de enrugamento, permanecendo os continentes e os oceanos numa posição estável desde a sua origem. As ideias mobilistas defendidas por Wegener opunham-se a este tipo de concepções.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. Com base na História da Geologia é possível construir actividades a partir de pequenos textos que suscitem a reflexão e o debate sobre a natureza do conhecimento científico e a evolução dos conceitos, tendo sempre a preocupação de enquadrar estes aspectos em contextos sociais, políticos e económicos mais alargados. Em português existem já alguns livros de História da Geologia:

- Amador, F. & Contenças, P. (2001). *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Gohau, G. (1988). *História da Geologia*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Praia, J. & Marques, L. (1995). *Formação de Professores*. Série Ciências nº 1. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Exemplos da utilização da História da Geologia no ensino podem ser ainda encontrados em diversos números da revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* e em Pedrinacci (2001), cf. bibliografia.

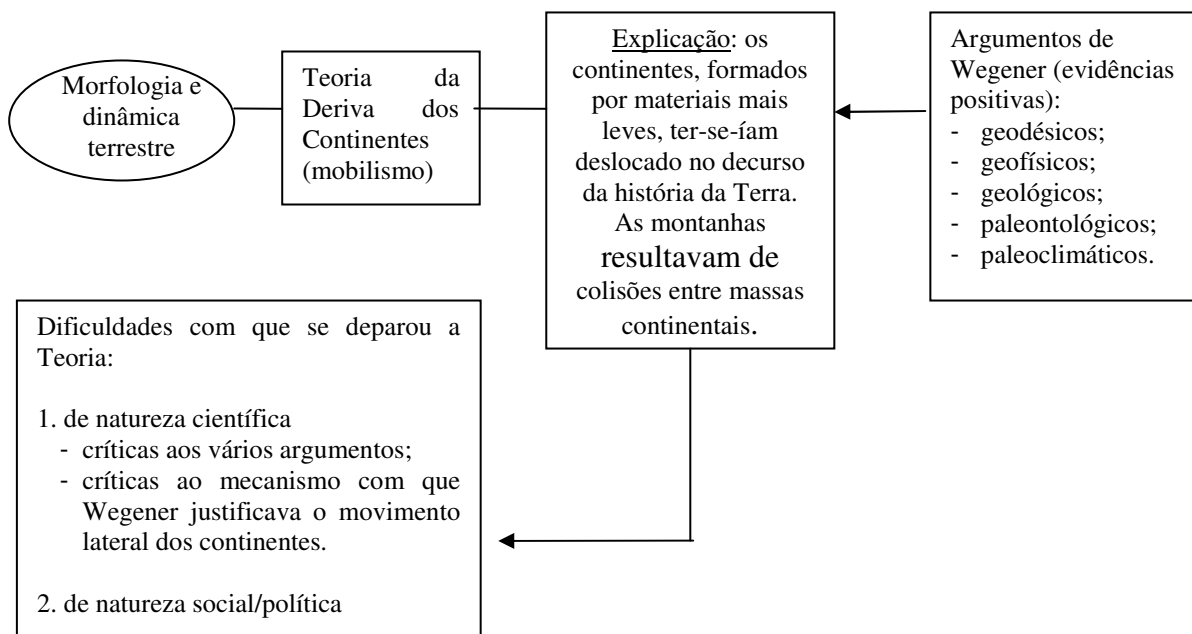
## 1. Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes

### 1.2. A Teoria da Deriva dos Continentes de Wegener. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos

### 1.3. Críticas à Teoria da Deriva dos Continentes

O ano de 1912 ficou assinalado na História da Geologia pela apresentação à comunidade científica da Teoria da Deriva dos Continentes. O seu autor, Alfred Wegener (1880-1930), contribuiu deste modo para uma grande “revolução” nas Ciências da Terra, fornecendo uma nova forma de observar e pensar a Terra. Esta Teoria baseada numa perspectiva mobilista, permitiu interpretar uma série de observações que as anteriores teorias tinham dificuldade em explicar.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. Com base na História da Geologia é possível construir actividades a partir de pequenos textos que suscitem a reflexão e o debate sobre a natureza do conhecimento científico e a evolução dos conceitos, tendo sempre a preocupação de enquadrar estes aspectos em contextos sociais, políticos e económicos mais alargados. Relativamente a este tópico, além da bibliografia aconselhada nas actividades do ponto anterior sugere-se ainda a consulta de Wegener, A., 1966. *The Origin of Continents and Oceans*. New York: Dover. Este livro, com edição recente e preço acessível, pode fornecer aos professores material interessante para ser utilizado em sala de aula. A consulta do livro de Schwarzbach (1985), *Wegener le Père de la Dérive des Continents* pode também fornecer elementos úteis para a construção de materiais didácticos.

Exemplos da utilização da História da Geologia no ensino podem ser ainda encontrados em diversos números da revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* e em Pedrinacci, 2001 (cf. bibliografia).

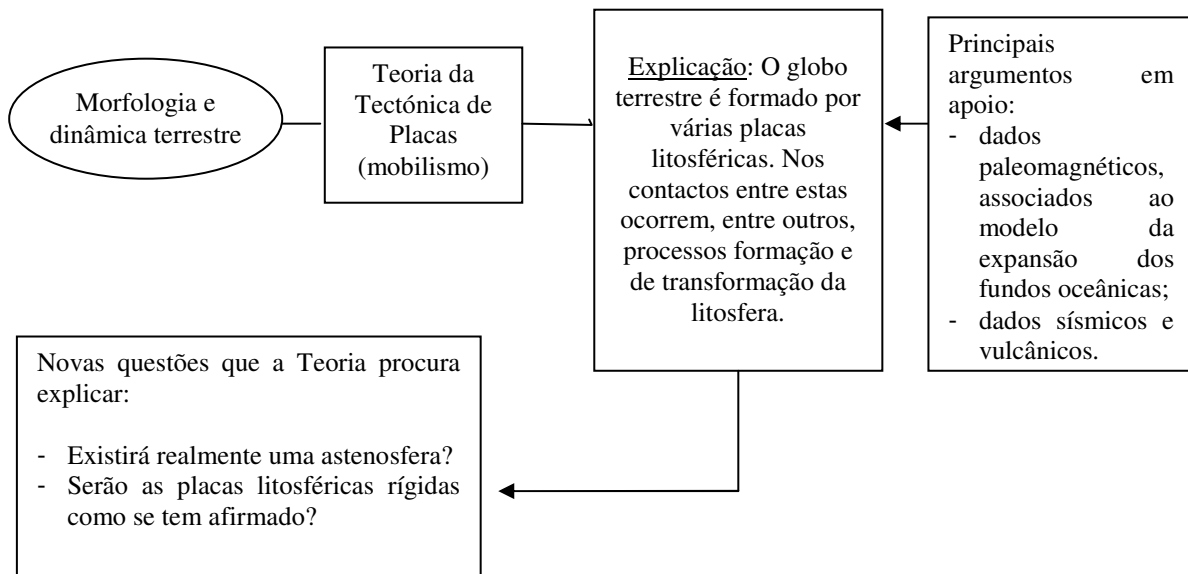
2. O estudo de mapas que coloquem em evidência o movimentos das massas continentais no decurso da História da Terra. Esta actividade poderá iniciar-se com a análise de alguns dos mapas utilizados por Alfred Wegener (Wegener, A., 1966. *The Origin of Continents and Oceans*. New York: Dover) para apoiar os seus argumentos. Posteriormente poder-se-á realizar a actividade 9, 'Continentes à deriva', da Serie *Cuadernos Didacticos 1* (cf. bibliografia). Esta actividade baseia-se na análise de um mapa da *Open University/Esso*.

# 1. Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes

## 1.4. Os primeiros passos de uma nova teoria. A Teoria da Tectónica de Placas

A comunidade científica não se encontrava preparada, no início do século XX, para aceitar a Teoria da Deriva dos Continentes, apesar das evidências positivas que foram fornecidas. Foi necessário esperar cerca de 40 anos para que as ideias mobilistas fossem aceites pelos cientistas. No período que se seguiu ao final da II Grande Guerra, marcado por grande desenvolvimento científico e técnico, surgiram uma série de dados, provenientes de investigações realizadas principalmente na área da geofísica e da oceanografia, que contribuíram para uma reestruturação/revolução teórica e ao surgir da Teoria da Tectónica de Placas. Nos anos 70 e 80 esta teoria consolidou-se, fornecendo um quadro interpretativo mais abrangente que os anteriores para as Ciências da Terra. Nos últimos anos, novas questões têm surgido. Alguns desses problemas têm sido resolvidos pela teoria, mas outros continuam em debate no seio da comunidade científica.

### A. Carta de exploração



### B. Sugestões metodológicas

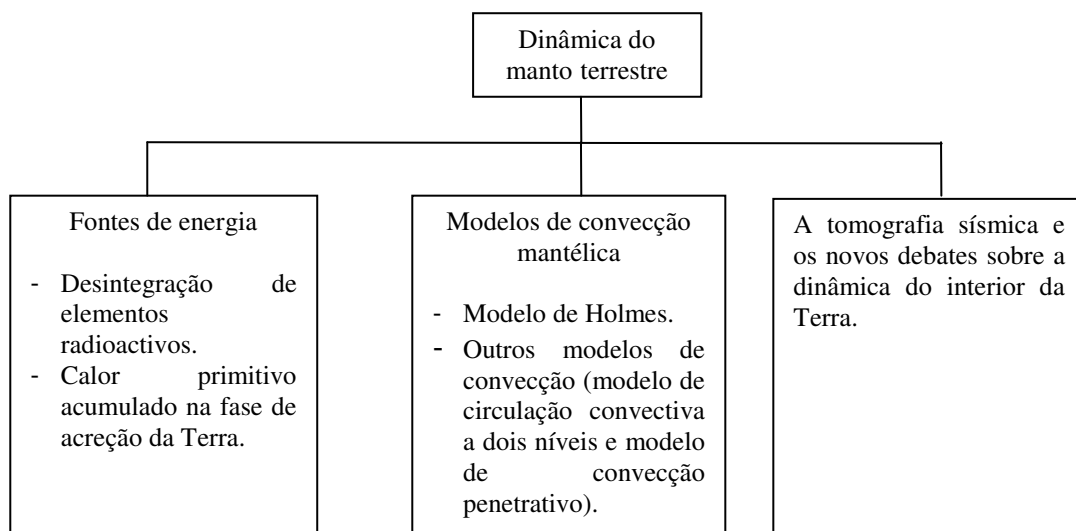
1. Simulação em laboratório da expansão dos fundos oceânicos em zonas de dorsal. Sugere-se a realização da actividade 5 da Série *Cuadernos Didácticos 1* (ver bibliografia). Esta actividade ajuda a compreender as provas paleomagnéticas da expansão dos fundos oceânicos. Aconselha-se também a consulta de *Seismic Sleuths – Earthquakes. A Teacher’s Package for Grades 7-12*, actividade 2.2 (cf. bibliografia).
2. Simulação em laboratório de zonas de subducção. Sugere-se a realização da actividade 7, ‘Placas em movimento’, da Série *Cuadernos Didácticos 1* (ver bibliografia).

## 2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas

### 2.1. A convecção no manto terrestre e o movimento das placas litosféricas

O movimento das placas litosféricas, formadas por litosfera oceânica e/ou litosfera continental, é resultado da circulação convectiva que se regista no manto terrestre. Na última década a tomografia sísmica tem contribuído para alterar algumas concepções sobre a dinâmica do interior da Terra, contudo a ideia de esta dinâmica ser o motor do movimento das placas parece ser um dado inquestionável.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. Com base na História da Geologia é possível construir actividades a partir de pequenos textos que suscitem a reflexão e o debate sobre a natureza do conhecimento científico e a evolução dos conceitos, tendo sempre a preocupação de enquadrar estes aspectos em contextos sociais, políticos e económicos mais alargados. Além dos livros de História da Geologia já referidos aconselha-se a consulta da página ‘La découverte de la convection mantellique’ em:

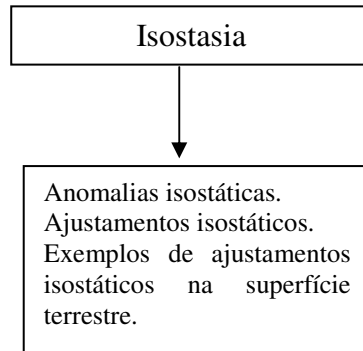
<http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/Infosciences/Geodynamique/Energ.../convectio.html>.

## 2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas

### 2.2. Movimentos verticais da litosfera. Equilíbrio isostático

O estudo da atracção gravitacional da Terra pode fornecer contributos importantes para a compreensão da estrutura da litosfera e da sua mobilidade.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. Simulação em laboratório dos movimentos verticais da crosta (isostasia), procurando formular hipóteses sobre os factores que contribuem para a ocorrência destes movimentos. Sugere-se a realização das actividades 6 e 7 do livro *Geologia – Construindo conceitos sobre a Terra* (cf. bibliografia).

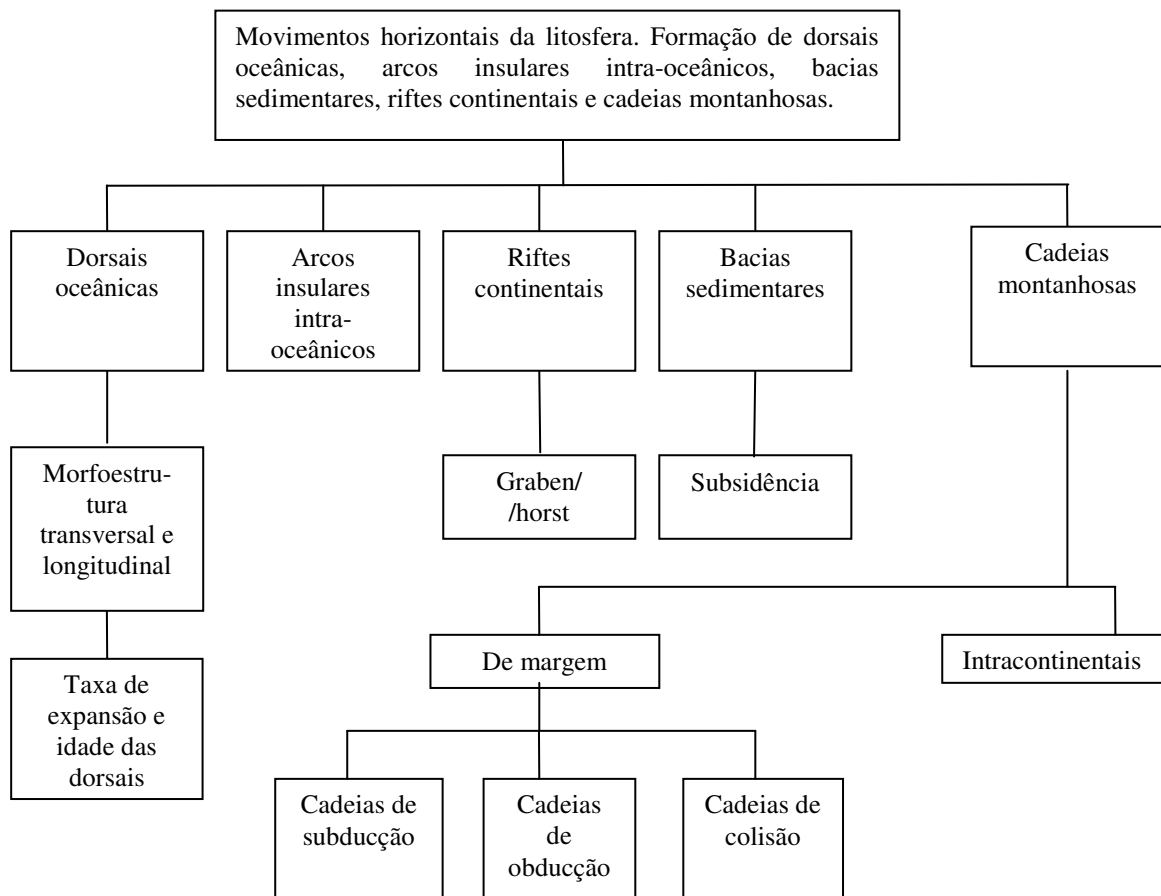


## 2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas

### 2.3. Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas

A observação de cadeias montanhosas suscitou, ao longo dos séculos, o interesse dos naturalistas e fez surgir diversas interpretações para a sua génese. Mas, foi com a Teoria da Tectónica de Placas que a sua formação começou a ser melhor compreendida. De modo análogo, a existência de estruturas como os riftes também encontrou nesta teoria uma explicação para a sua génese e evolução.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. O estudo dos movimentos horizontais sofridos pela placa ibérica. Sugere-se a realização da actividade 10 que se encontra na Serie *Cuadernos Didácticos 1* (cf. bibliografia).
2. Estudo através de um modelo analógico (caixa de deformação) do processo de formação de cadeias montanhosas e riftes. Estas actividades que se realizam num período de tempo reduzido, procuram representar o que na natureza ocorre em dezenas de milhões de anos, por isso, o professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os eventos. Este tipo de actividades permite aos alunos, através da

manipulação de diversos materiais e da exploração de um modelo analógico problematizar diversos aspectos, formulando hipóteses e tentando testá-las.

## MÓDULO II – A HISTÓRIA DA TERRA E DA VIDA

### Introdução

O planeta Terra tem uma longa história que pode ser, em grande parte, reconstituída. A dinâmica litosférica, a actuar ao longo de milhões anos, deixou marcas que hoje podem ser ‘lidas’ e interpretadas pelos geólogos. Por outro lado, a História da Terra está marcada por grandes eventos, entre eles o aparecimento da Vida e a sua evolução.

### 1. Objectivos didácticos

- Compreender o conceito de formação – unidade litostratigráfica.
- Conhecer os principais princípios litostratigráficos (sobreposição, continuidade lateral, horizontalidade, inclusão e intersecção).
- Compreender o conceito de biozona – unidade biostratigráfica.
- Conhecer o princípio da identidade paleontológica.
- Reconhecer a contribuição de vários métodos de datação para a construção da tabela cronostratigráfica.
- Estabelecer uma correspondência entre unidades geocronológicas e unidades cronostratigráficas.
- Usar uma tabela cronostratigráfica.
- Conhecer os principais eventos, que em termos da evolução dos vários grupos de seres vivos, marcaram as diversas Eras.
- Reconhecer a importância das cartas geológicas.
- Interpretar cartas geológicas, se necessário em versão simplificada, da região onde se encontra inserida a escola.
- Construir pequenos cortes geológicos e blocos-diagrama simplificados.

## MÓDULO 2 – A HISTÓRIA DA TERRA E DA VIDA

Quadro II – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de tempos lectivos previstos

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
1. A medida do tempo e a história da Terra. Exemplos de métodos de datação.						
1.1. ‘Relógios’ sedimentológicos. Litostratigrafia. Ciclos de gelo-degelo.	Utilizar tabelas cronostratigráficas e cartas geológicas.	Reconhecer a necessidade de preservar as memórias históricas da Terra.	A importância do conceito de tempo em geologia. A existência de diferentes métodos de datação ‘absolutos’ e ‘relativos’.		Litostratigrafia. Formação – unidade listostratigráfica. Princípios litostratigráficos: - sobreposição, continuidade lateral (rever 11º ano); - horizontalidade, inclusão e intersecção.	2
1.2. ‘Relógios’ paleontológicos. Biostratigrafia. Dendrocronologia.	Realizar pequenos cortes topográficos e geológicos.  Identificar elementos constitutivos da situação-problema.  Problematizar e formular hipóteses. Testar e validar ideias.	Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.  Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.	O conceito de formação como unidade litostratigráfica fundamental e os princípios litostratigráficos.		Biostratigrafia. Biozona – Unidade biostratigráfica. Princípio da identidade paleontológica (rever 11º ano). Fósseis de identidade estratigráfica, característicos ou de idade (rever 11º ano). Dendrocronologia.	2

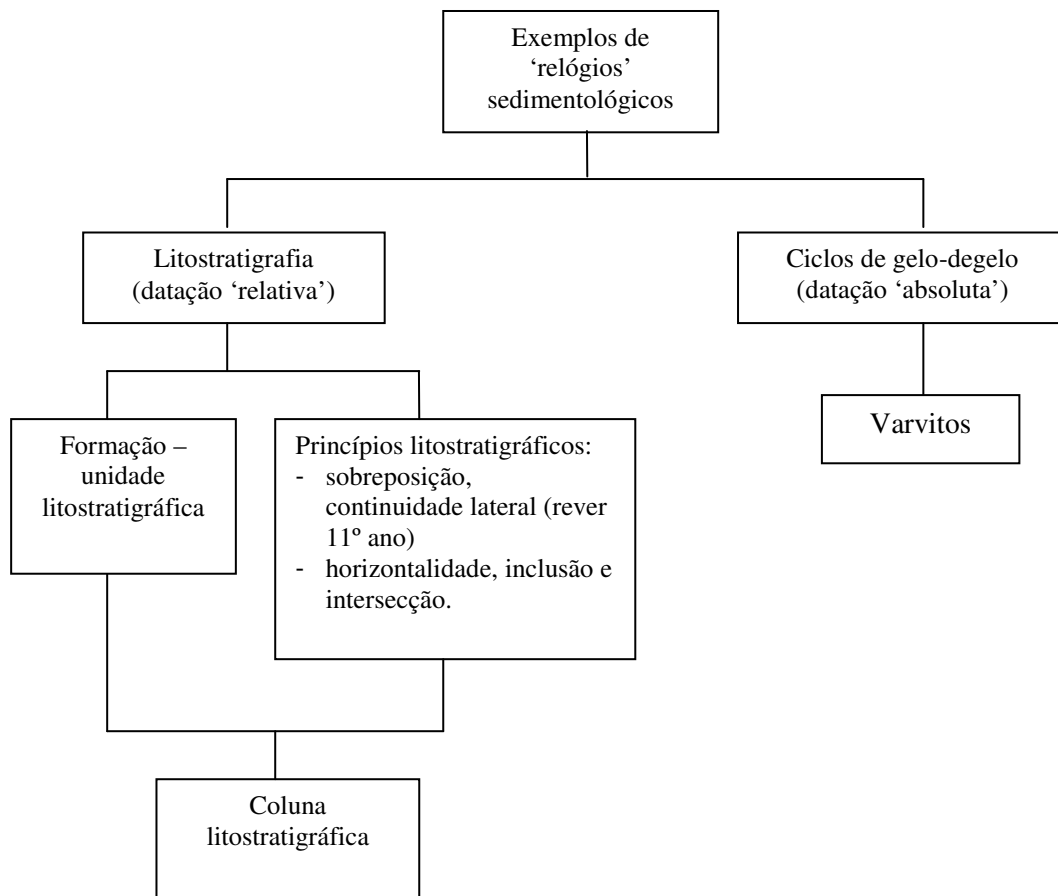
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
1.3. Métodos físicos e geofísicos. Datações radiométricas. Magnetostatigrafia.	Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.  Observar e interpretar dados.	Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.	O conceito de biozona como unidade biostratigráfica e o princípio da identidade paleontológica.		Datações radiométricas. Magnetostatigrafia.	2
2. Tabela cronostatigráfica. Equivalência entre unidades cronostatigráficas e geocronológicas.	Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.  Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.  Assumir atitudes de defesa do património geológico.	A contribuição dos vários métodos de datação referidos para a construção da tabela cronostatigráfica. A correspondência entre unidades geocronológicas (Éon, Era, Período, Época e Idade) e unidades cronostatigráficas (Eonotema, Eratema, Sistema, Série, Andar).	A memorização pelos alunos de outras divisões do calendário geológico para além das Eras, salvo em situações de possibilidade de consulta do calendário geológico.	Unidades geocronológicas (Eon, Era, Período, Época e Idade) e unidades cronostatigráficas (Eonotema, Eratema, Sistema, Série, Andar).	3
3. Geohistória. A vida no Pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica.						

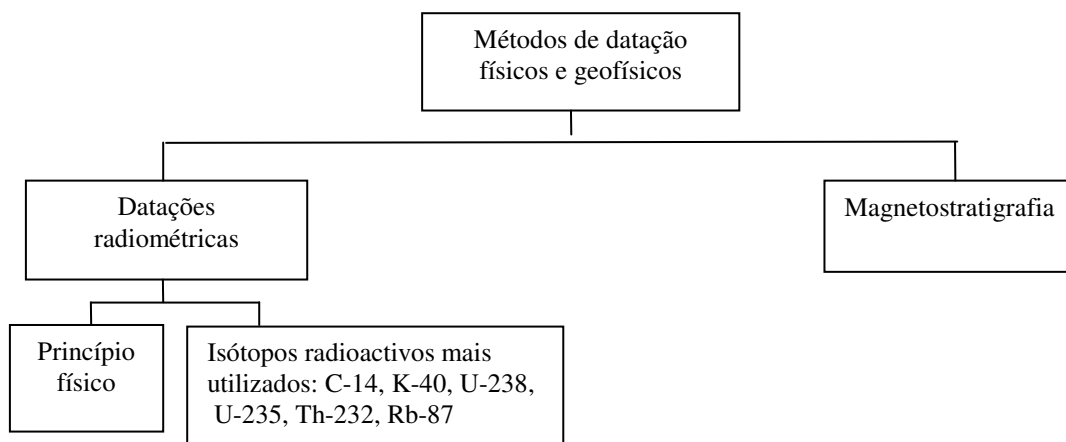
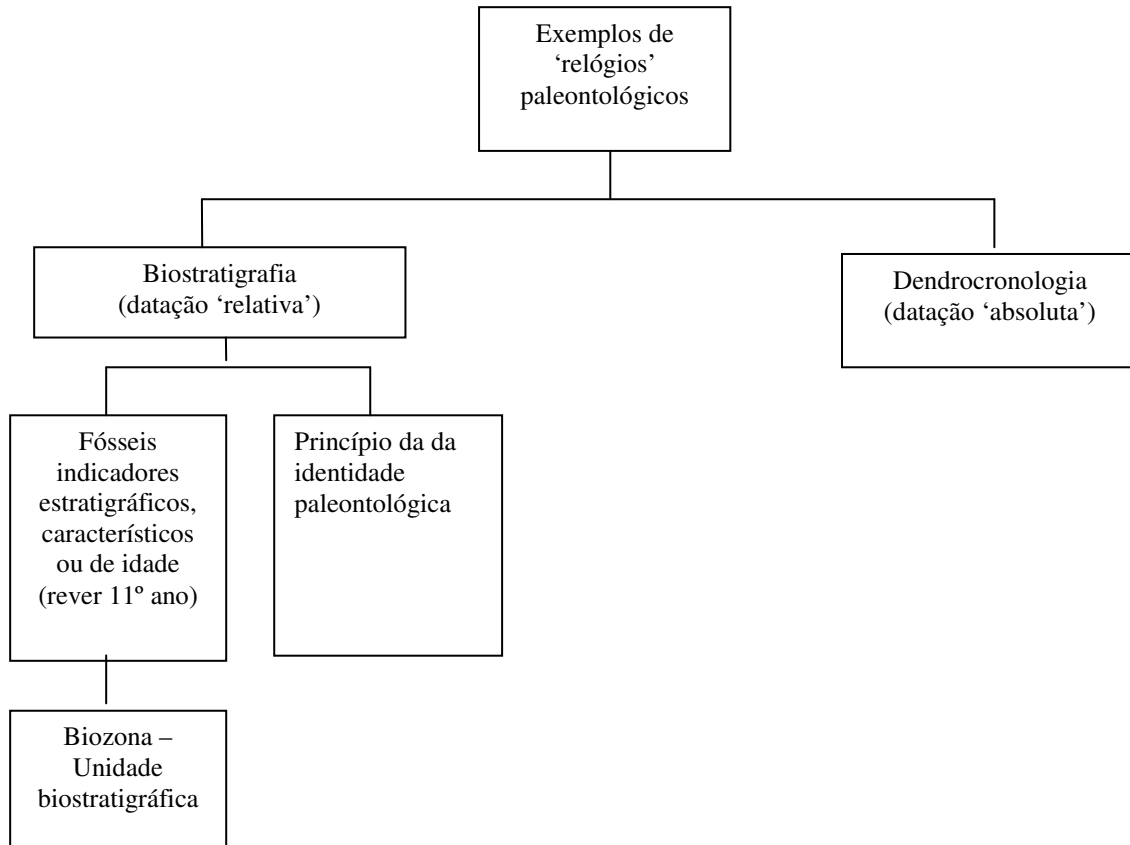
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
<p>4. A história geológica de uma região.</p> <p>4.1. Cartografia geológica.</p> <p>4.2. Interpretação a partir de uma carta dos principais aspectos geológicos da região onde a escola se insere.</p>			<p>As principais extinções em massa.</p> <p>O aparecimento, evolução e extinção de inúmeros organismos no decurso da história da Terra.</p>	<p>Um estudo detalhado de cada uma das Eras e dos respectivos organismos.</p>	<p>Pré-câmbrico: estromatólitos, os primeiros fósseis (procariontes, eucariontes e metazoários); a jazida de Ediacara.</p> <p>Paleozóico: a explosão câmbrica; a conquista do meio continental; as trilobites – extinção.</p> <p>Mesozóico: a expansão dos reptéis; aparecimento dos mamíferos, pterossáurios, peixes teleosteos, aves e das primeiras angiospérmicas; as amonites – aparecimento e extinção;</p> <p>dinossauros – aparecimento e extinção.</p> <p>Cenozóico – expansão dos mamíferos; primeiros homínídeos; primeiro Homem.</p>	10
			<p>A importância das cartas geológicas como documentos científicos e técnicos fundamentais para um melhor planeamento e ordenamento do território.</p> <p>Que as cartas geológicas são representações hipotéticas e bidimensionais de uma realidade complexa. O conhecimento dos símbolos e das regras utilizados na sua construção permite fazer reconstruções dos ambientes geológicos em termos de tempo e de espaço tridimensional.</p>	<p>Uma abordagem detalhada dos vários conceitos, procurando quando as cartas geológicas da região onde se encontra a escola são muito complexas seleccionar zonas mais simples.</p> <p>Na fase de construção de perfis e cortes a utilização de cartas geológicas de escala grande.</p>		

# 1. A medida do tempo e a História da Terra. Exemplos de métodos de datação

Para descrever a História da Terra é necessário situar os acontecimentos numa ordem cronológica e indicar a sua duração. Os métodos de cronologia relativa ('relógios' sedimentológicos e paleontológicos) permitem relacionar os acontecimentos e podem complementar-se com métodos de datação radiométricos que possibilitam situar um acontecimento relativamente ao presente.

## A. Cartas de exploração





## B. Sugestões metodológicas

1. Com base na História da Geologia é possível construir actividades a partir de pequenos textos que suscitem a reflexão e o debate sobre a natureza do conhecimento científico e a evolução dos conceitos, tendo sempre a preocupação de enquadrar estes aspectos em contextos sociais, políticos e económicos mais alargados. Relativamente a este tópico, além da bibliografia aconselhada nas actividades do ponto anterior, sugere-se a consulta da revista *Enseñanza de las Ciencias da Tierra* (Vol. 6, nº 2, 1998; Vol. 9, nº 3, 2001 e Vol. 10, nº 2, 2002).
2. Em escolas situadas próximo do litoral, nomeadamente das regiões onde afloram sedimentos marinhos do Miocénico (Lisboa, Península de Setúbal, Algarve), poderão ser



recolhidas amostras, procedendo-se posteriormente à sua lavagem através de crivos (0,5 mm; 0,250 mm; 0,63 mm), com o objectivo de através do uso de uma lupa binocular serem observados microfósseis.

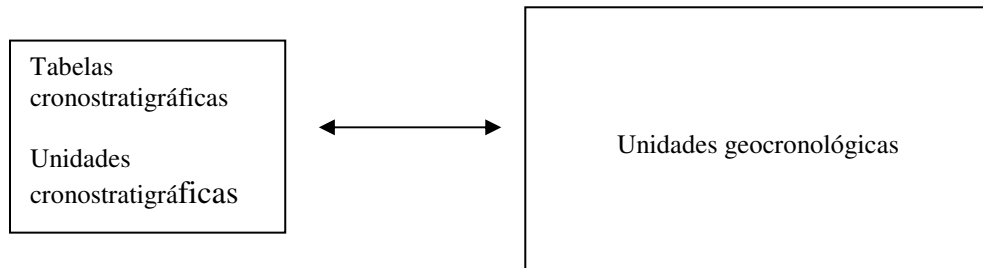
**Bibliografia específica:**

- Macedo, C. (1992). O tempo em Geologia. *In Revista da Associação Portuguesa dos Professores de Biologia e de Geologia*, nº 2, pp. 10-13.
- Macedo, C. (1993). O tempo em Geologia. *In Revista da Associação Portuguesa dos Professores de Biologia e de Geologia*, nº 3, pp. 14-20.
- Macedo, C. (1994). O tempo em Geologia. *In Revista da Associação Portuguesa dos Professores de Biologia e de Geologia*, nº 4, pp. 13-21.

## 2. Tabela cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas

As tabelas cronostratigráficas são escalas de referência para os geólogos, aceites pelas comunidades científicas a nível mundial, embora em constante actualização.

### A. Cartas de exploração



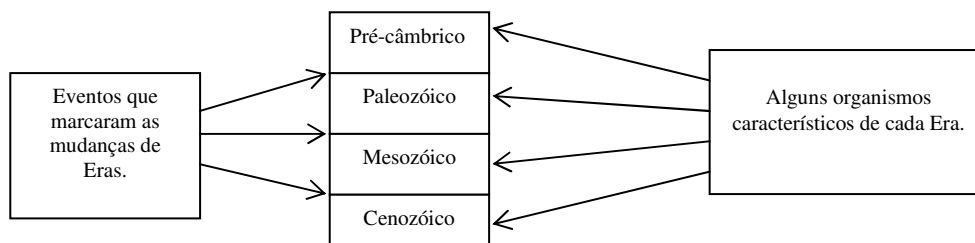
### B. Sugestões metodológicas

1. Actividades de lápis e papel que exijam o uso de tabelas cronostratigráficas.

### 3. Geohistória. A vida no Pré-câmbrico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica

Embora ao planeta Terra se atribua uma idade de 4 600 Ma, as rochas mais antigas têm uma idade de 3 800 Ma. Existe por isso um período em relação ao qual não temos vestígios que nos permitam reconstituir a História da Terra. Porém, à medida que nos aproximamos da actualidade, os testemunhos do passado geológico do nosso planeta são cada vez mais frequentes. Com base nestes a geohistória reconstrói, organizando e interpretando, além de descrever, a sequência de acontecimentos que marcaram as diversas Eras geológicas.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

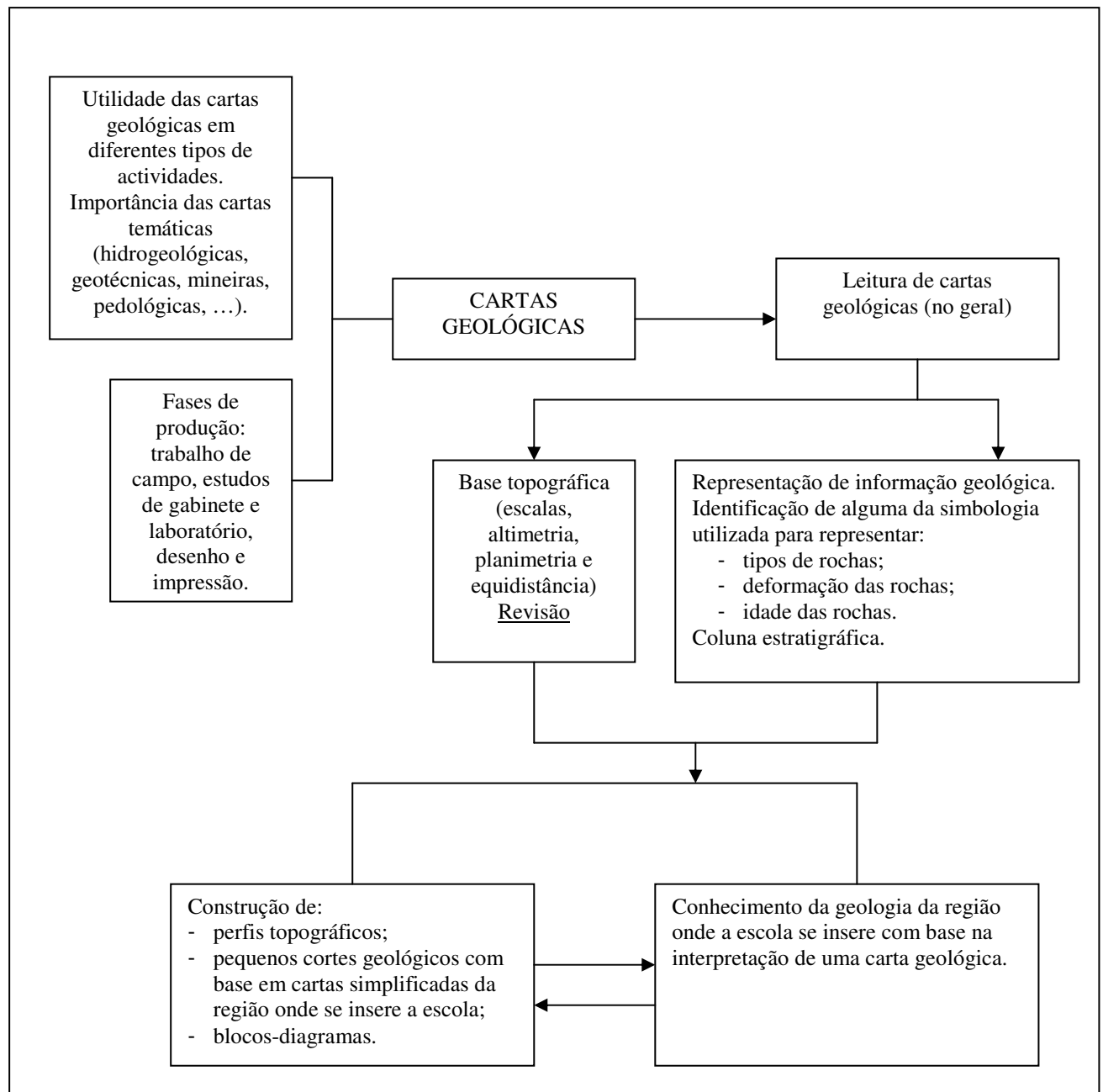
1. Com base na História da Geologia é possível construir actividades a partir de pequenos textos que suscitem a reflexão e o debate sobre a vida no Pré-câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Sugere-se a consulta da revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* onde são propostas diversas actividades deste tipo.
2. Actividades de lápis e papel em que se use a carta geológica da região e respectiva notícia explicativa em paralelo com a utilização de uma tabela cronostratigráfica.

#### 4. A história geológica de uma região

##### 4.1 e 4.2 – Cartografia geológica. Interpretação, a partir de uma carta, da história geológica da região onde a escola se insere

As cartas geológicas são documentos científicos e técnicos valiosos, elaborados por serviços oficiais<sup>1</sup> para: o suporte da investigação geológica, o planeamento da prospecção e exploração de matérias primas, o ordenamento do território, a selecção e o estudo dos locais onde serão implantadas grandes obras de engenharia, a resolução de problemas relacionados com o abastecimento de água, etc.

#### A. Cartas de exploração



<sup>1</sup> Portugal foi um dos primeiros países a nível mundial, no século XIX, a criar um serviço público responsável pela cartografia geológica do território nacional. Este serviço, que na actualidade recebia a designação de IGM, Instituto Geológico e Mineiro, foi extinto em 2003.

## **B. Sugestões metodológicas**

1. Construção de perfis topográficos e blocos-diagrama. Sugere-se a realização de algumas das actividades propostas na *Serie Cuadernos Didácticos 2*.
2. Leitura de cartas geológicas. Sugere-se a construção de actividades com base nas cartas geológicas 1:25 000 (IGM) da região onde se insere a escola. Também se aconselha a realização da actividade “Leitura ambiental das Cartas” – *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 6, nº 2, 2000.
3. Realização de uma actividade de campo que permita a observação de relações geométricas entre os corpos geológicos, eventualmente incluindo também corpos sedimentares contendo fósseis indicativos de diferentes Eras.

## MÓDULO III – A TERRA ONTEM, HOJE E AMANHÃ

### Introdução

A geologia é uma ciência que para além de procurar conhecer e interpretar o passado da Terra procura também prever o seu futuro. Questões como: qual será a evolução do globo terrestre nos próximos séculos? Qual a influência que as actividades humanas exercem nos sistemas naturais? Qual o verdadeiro valor desta influência para a alteração dos ambientes terrestres? Podem e devem ser respondidas por várias ciências, entre elas a geologia.

### 1. Objectivos didácticos

- Reconhecer a existência de paleoclimas e de mecanismos associados à dinâmica terrestre que influenciam as variações climáticas.
- Conhecer as variações climáticas quaternárias associadas a períodos glaciários e interglaciários.
- Conhecer aspectos da morfologia glaciária.
- Compreender a influência das mudanças ambientais (geológicas) na evolução da espécie humana.
- Compreender os fenómenos de regressão e transgressão glácio-eustáticos e respectivos testemunhos geomorfológicos.
- Analisar o papel do Homem no aquecimento global.
- Reconhecer o papel do Homem na exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais, numa perspectiva de mudança ambiental e de contaminação de ambientes.
- Reconhecer o papel do Homem na exploração e modificação dos solos.
- Reconhecer o papel do Homem na exploração e contaminação das águas.
- Sintetizar, no quadro do conhecimento geológico, os principais problemas ambientais com que se debate o Homem no início do século XXI.

### MÓDULO 3 – A TERRA ONTEM, HOJE E AMANHÃ

Quadro III – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de tempos lectivos previstos

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
<p>1. A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e impacto da dinâmica litosférica nas mudanças climáticas.</p>	<p>Identificar elementos constitutivos da situação-problema.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p>	<p>Reconhecer as contribuições da geologia nas áreas da: prevenção de riscos geológicos, ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e educação ambiental.</p> <p>Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas.</p> <p>Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.</p>	<p>A complexidade do problema das variações climáticas e chamar a atenção para a existência de uma série de mecanismos, astronómicos e geoquímicos, responsáveis por estas alterações, para além dos que estão directamente ligados à dinâmica terrestre e que serão alvo de estudo na Geologia do 12º ano.</p>	<p>Aprofundar o estudo dos climas e dos mecanismos astronómicos e geoquímicos condicionantes de variações climáticas.</p>	<p>Paleoclimas.</p> <p>Mecanismos associados à dinâmica terrestre que influenciam a variações climáticas.</p> <p>Períodos glaciários-glaciações.</p> <p>Períodos inter-glaciários.</p> <p>Moreias.</p> <p>Tipos de glaciares.</p> <p>Torrente sub-glaciária.</p> <p>Blocos erráticos.</p> <p>Rochas estriadas.</p> <p>‘Crevasses’.</p> <p>Tilitos.</p>	5
<p>2. Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana.</p>			<p>A influência das mudanças ambientais (geológicas) na evolução da espécie humana.</p>	<p>O tratamento exaustivo da origem e evolução da espécie humana.</p>	<p>Género Homo (<i>Homo habilis</i>, <i>Homo erectus</i>, <i>Homo sapiens</i>).</p> <p>Regressões e transgressões glacio-eustáticas.</p> <p>Terraços marinhos e fluviais.</p>	5

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
3. O Homem como agente de mudanças ambientais.  3.1. Aquecimento global.	Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.  Ver, na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.	A existência de sinais de aquecimento global e a necessidade de se tornarem medidas que permitam um desenvolvimento sustentável, não deixando de referir, contudo, as polémicas que na actualidade dividem os cientistas e os políticos.	O tratamento exaustivo da origem e evolução da espécie humana	- Recursos, reservas e consumos energéticos. - Efeito de estufa (sinais de aquecimento).	2
3.2. Exploração de minerais e materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente.		Assumir atitudes de defesa do património geológico.	Os impactes ambientais que podem ser provocados durante os processos de exploração e tratamento de recursos geológicos.	O estudo pormenorizado dos diferentes tipos de extracção e de beneficiação de minérios.	- Recurso e reserva (revisão do 11º ano). - Minério (revisão do 11º ano). - Tipos de exploração mineira e respectivos impactes ambientais.	4



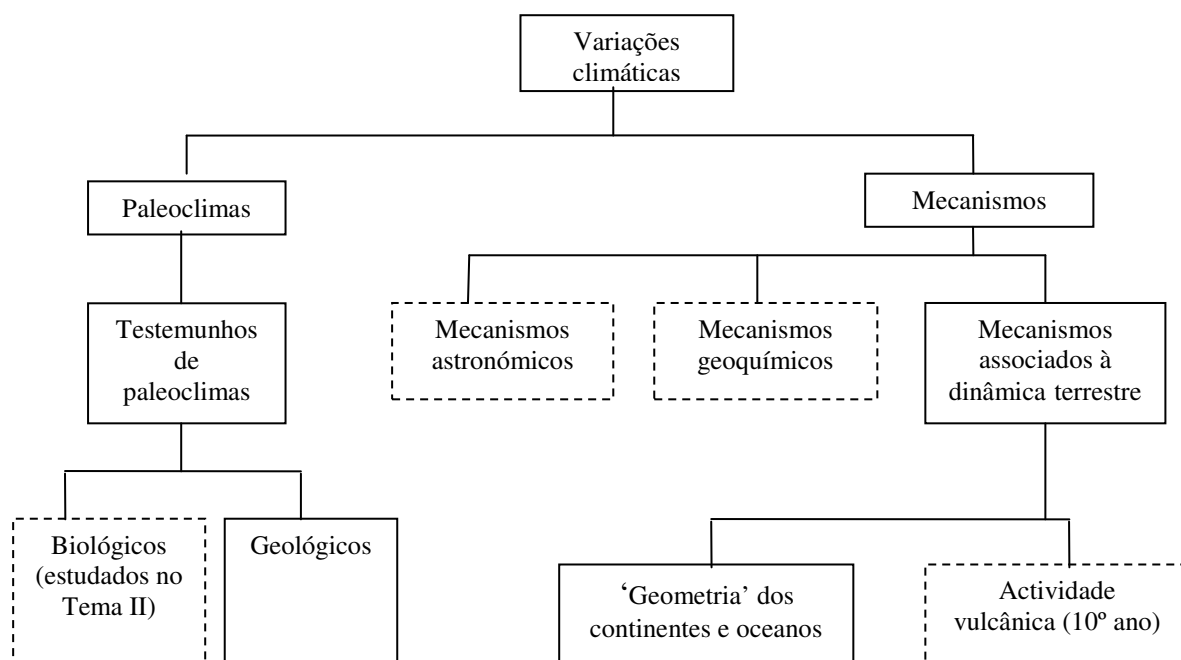
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Tempos Lectivos
3.3. Exploração e modificação dos solos.			A necessidade de minimizar os problemas decorrentes do uso intensivo, através de actividades humanas como a agricultura e a pecuária, dos solos.	Referências a classificações de solos.	Solo – formação. Perfil de solo. Horizontes de um solo. Preservação de solos. Contaminação dos solos.	4
3.4. Exploração e contaminação das águas.			Os problemas associados à exploração excessiva de recursos hídricos e à sua contaminação.  A necessidade de, em termos de saúde pública, controlar a qualidade das águas utilizadas.		Aquífero (revisão do 11º ano). - Infiltração e percolação. - Modos de exploração das águas superficiais e subterrâneas e respectivos impactes ambientais. - Causas de contaminação. - Águas termais, minerais e de nascente.	9
4. Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais regionais e globais.			E sintetizar os principais problemas ambientais associados a fenómenos geológicos com que se debate a humanidade neste início de século.		- Interação do subsistema terrestre geosfera com os subsistemas biosfera, hidrosfera e atmosfera.	4

## 1. A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e impacto da dinâmica litosférica nas mudanças climáticas

A dinâmica litosférica tem sido responsável, desde a génese da Terra até à actualidade, por uma lenta, mas constante alteração da configuração geográfica do nosso planeta. Por sua vez, esta alteração tem vindo a condicionar a quantidade de radiação solar que pode ser absorvida pela superfície terrestre, em cada latitude, e consequentemente a afectar o clima. Além disso, numa escala de tempo alargada, devemos considerar também os fenómenos de alteração das rochas, de destruição de cadeias montanhosas, de expansão das dorsais oceânicas, de alteração na circulação das correntes oceânicas, etc., que ao afectarem os teores de dióxido de carbono na atmosfera vão igualmente condicionar o sistema climático. A uma escala de tempo mais reduzida as erupções vulcânicas podem ser igualmente responsáveis por alterações climáticas.

Importa enfatizar a complexidade do problema das variações climáticas e chamar a atenção para a existência de uma série de mecanismos, astronómicos e geoquímicos, responsáveis por estas alterações, para além dos que estão directamente ligados à dinâmica terrestre e que serão alvo de estudo na Geologia do 12º ano.

### A. Carta de exploração



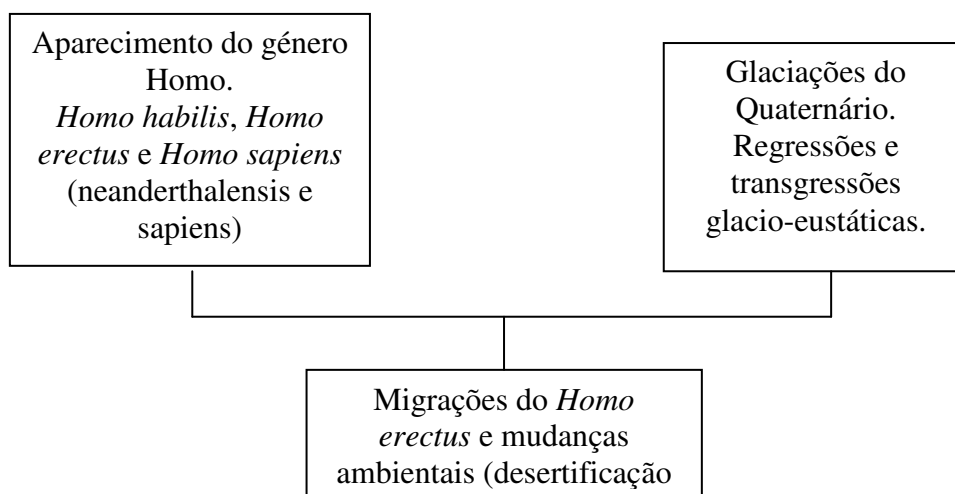
### B. Sugestões metodológicas

1. Testemunhos das variações climáticas da Terra. Sugere-se a realização da actividade 10 que se encontra na *Serie Cuadernos Didácticos 3* (cf. bibliografia).
2. Através de notícias publicadas na Imprensa ou de informação disponibilizadas em algumas páginas da *Net* é possível recolher dados que permitam testemunhar as variações climáticas.

## 2. Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana

Os hominídeos surgiram, no continente africano, no decurso do Pliocénico, há 4 ou 5 Ma. A sua evolução foi em parte condicionada por condições do meio, nomeadamente pelas variações glacio-eustáticas que introduziram modificações paleogeográficas e climáticas importantes.

### A. Carta de exploração



### B. Sugestões metodológicas

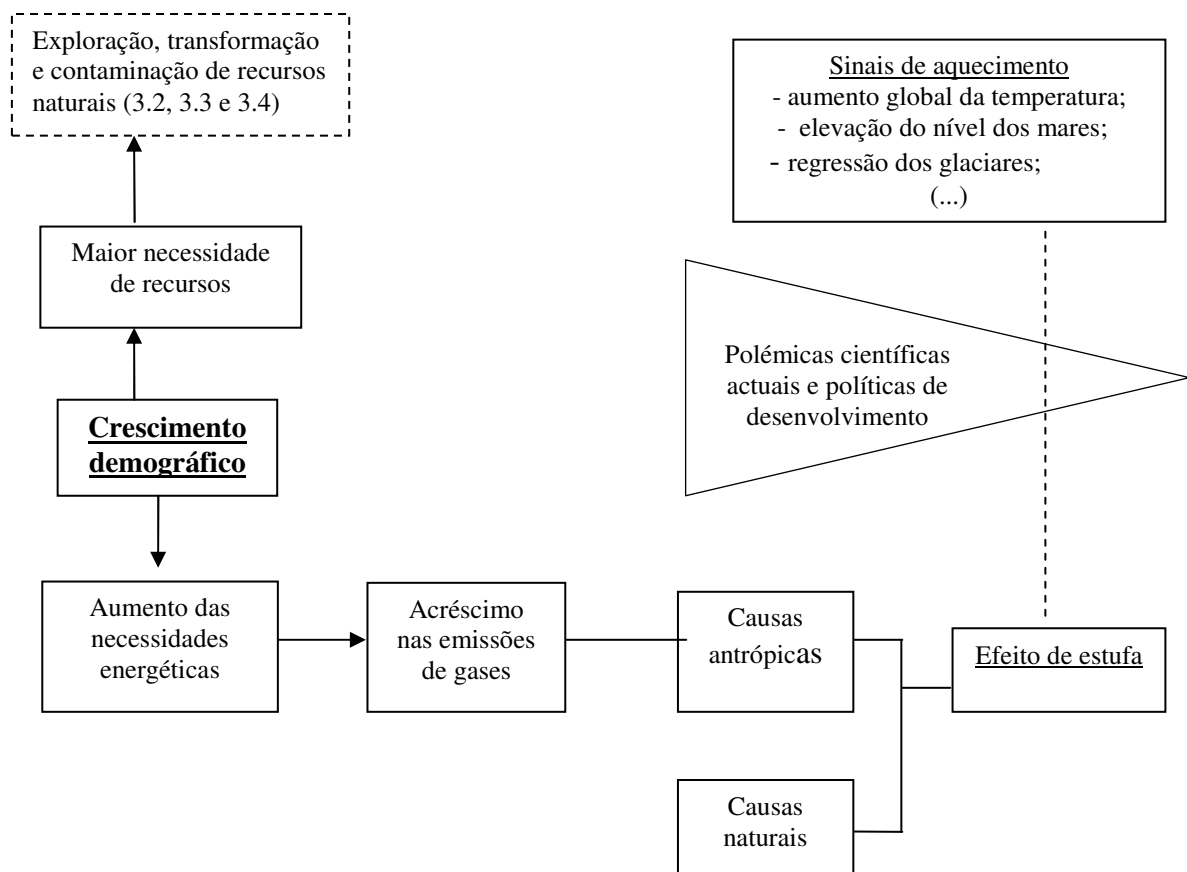
1. Análise de textos sobre as mudanças ambientais do Quaternário. Sugere-se, para esse efeito, a consulta de Anguita (2002).

### 3. O Homem como agente de mudanças ambientais

#### 3.1. Aquecimento global

Os hominídeos habitam a Terra há aproximadamente 5 Ma. Durante este período a humanidade modificou o ambiente. Embora, inicialmente, apenas de uma forma pouco significativa. Contudo, nas últimas décadas a intensidade da sua intervenção aumentou e os resultados são já visíveis. Observações realizadas colocam em evidência um aquecimento global do planeta. Para a maioria dos cientistas este fenómeno está relacionado com o aumento na atmosfera de determinados gases (efeito de estufa). Urge, por isso, tomar medidas que reduzam a libertação de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O,... Porém, para alguns cientistas esta relação entre efeito de estufa e aumento global da temperatura, associada a mudanças climáticas, ainda não está comprovada. Protelando, por isso, alguns países a tomada de decisões no âmbito da redução da emissão de gases tóxicos.

#### A. Carta de exploração



## **B. Sugestões metodológicas**

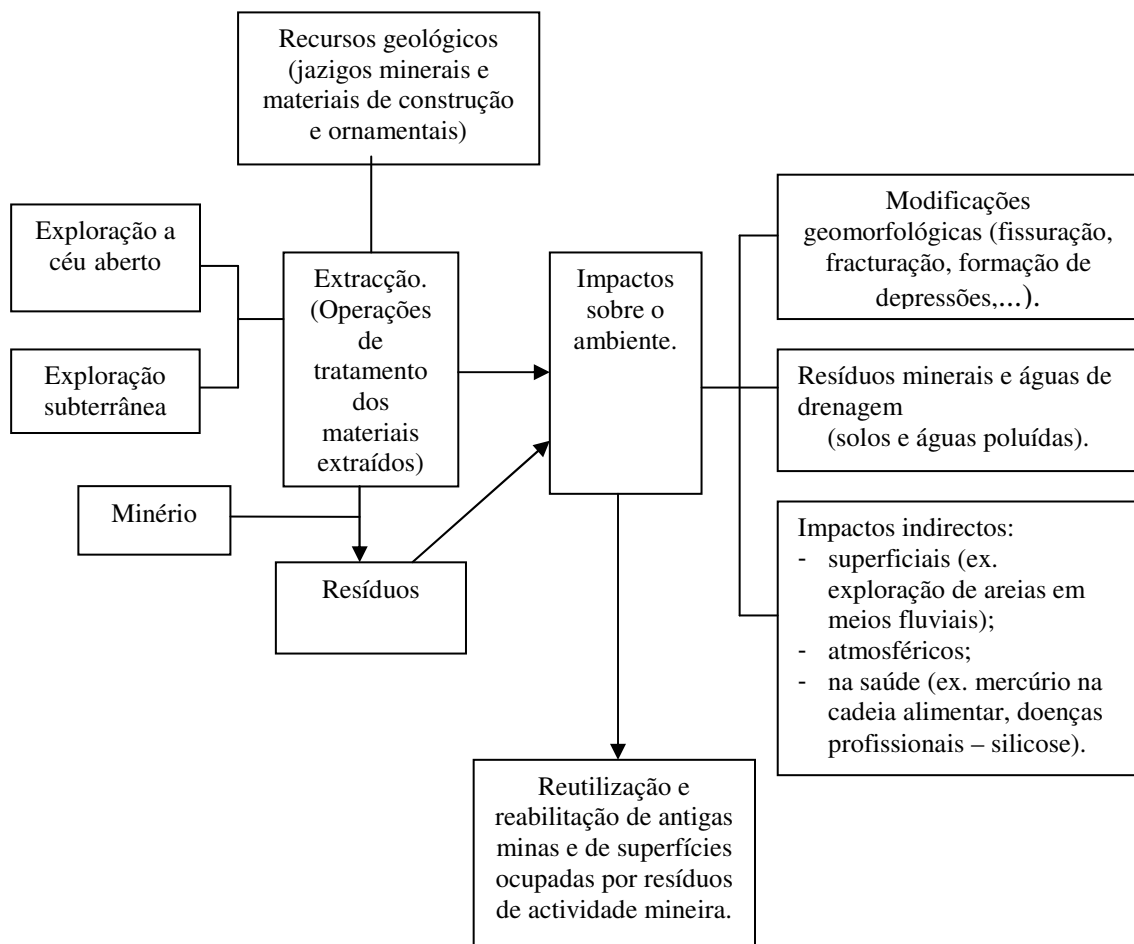
1. Realização de jogos de simulação para recriar as polémicas científicas actuais, baseadas nas diferentes previsões científicas relativas ao aquecimento global do planeta.
2. Algumas situações-problema poderão ser induzidas por notícias publicadas na Imprensa e nas revistas de divulgação científica, podendo os alunos discutir eventuais soluções.

### 3. O Homem como agente de mudanças ambientais

#### 3.2. Exploração de recursos minerais. Impactos sobre o ambiente

O Homem vai buscar ao subsolo ou à sua superfície inúmeros materiais (materiais de construção, metais, combustíveis fósseis e nucleares,...). A exploração destes materiais tem crescido intensamente nas últimas décadas fruto das maiores necessidades das sociedades desenvolvidas. Mas estes materiais encontram-se na Natureza em quantidades limitadas (reservas disponíveis).

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

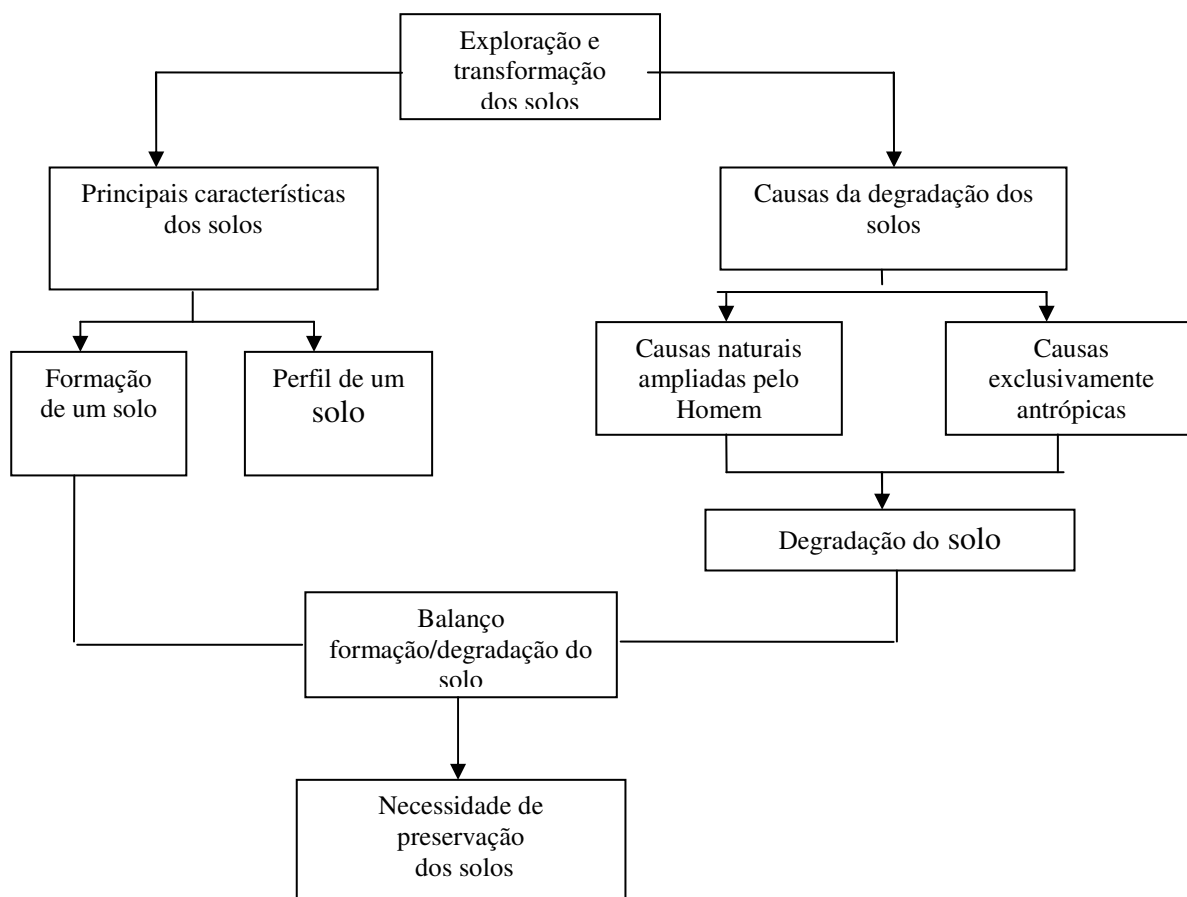
1. Análise de um plano de lavra de uma pedreira e respectiva memória descritiva.

### 3. O Homem como agente de mudanças ambientais

#### 3.3. Exploração e modificação dos solos

O solo é um dos mais importantes recursos naturais existentes na Terra. Mas, actividades humanas como a agricultura e a pecuária podem contribuir para a sua erosão e contaminação quando realizadas de forma intensiva. A minimização destes problemas, com vista a uma gestão futura mais racional, deverá sempre iniciar-se pelo conhecimento das principais características e processos que afectam os solos.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

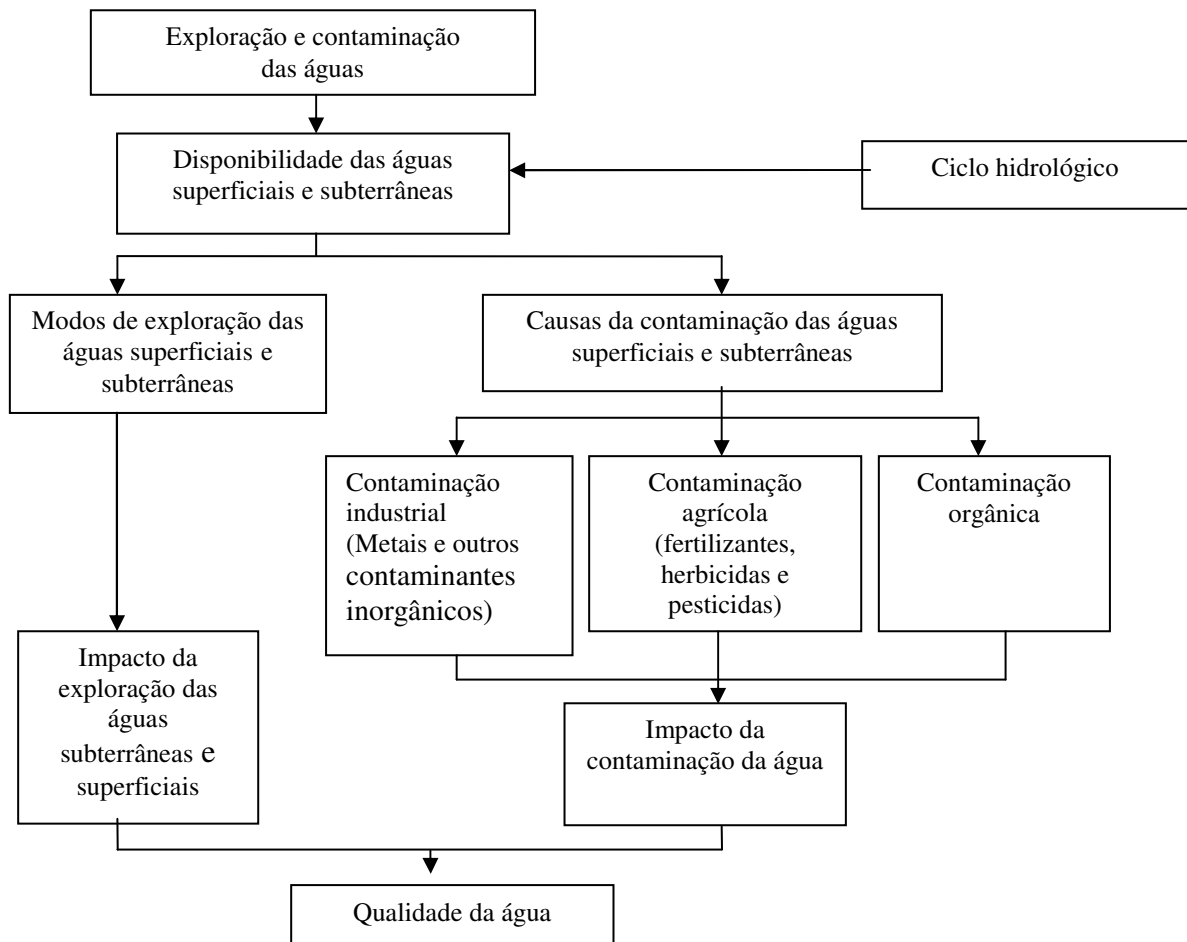
1. Medição da erosão de solos. Sugere-se a realização da actividade “Experiencia didactica para la materia de ciencias de la tierra y el medio ambiente: la erosión del solo”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, Vol. 9, nº 1-2001, pp. 63-69.

### 3. O Homem como agente de mudanças ambientais

#### 3.4. Exploração e contaminação das águas

A água doce é um dos recursos naturais mais importantes para os seres vivos e em particular para o Homem, mas o seu consumo tem vindo a aumentar nos últimos anos. 'O consumo de água no final do século XX era 40 vezes superior ao valor estimado para o fim do século XVII (Turner II *et al.* 1993). O aumento verificado em 30 anos, entre 1950 e 1980, tem sido comparado ao aumento estimado que se registou nos 300 anos precedentes,...' (Chamley, 2002). Esta situação coloca problemas de gestão das águas que devem ser resolvidos num futuro muito próximo.

#### A. Carta de exploração



#### B. Sugestões metodológicas

1. Partindo de algumas garrafas de água mineral, com origem e composição variadas, e de amostras de água do mar, água das chuvas e água destilada, realizar provas gustativas de cada um delas, registando num quadro as sensações de sabor. Posteriormente, analisar,



através dos respectivos rótulos, a sua composição química, identificando-a e relacionando-a com o contexto geológico do local em que foram captadas. Numa fase seguinte medir a condutividade eléctrica de cada amostra de água, através de um condutímetro, e determinar a sua dureza aproximada através de um indicador. Os resultados obtidos deverão ser posteriormente analisados e discutidos.

Esta actividade foi adaptada de Gassiot, X. (2002). Analisis e cata de aguas. *In Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.1, 47-51.

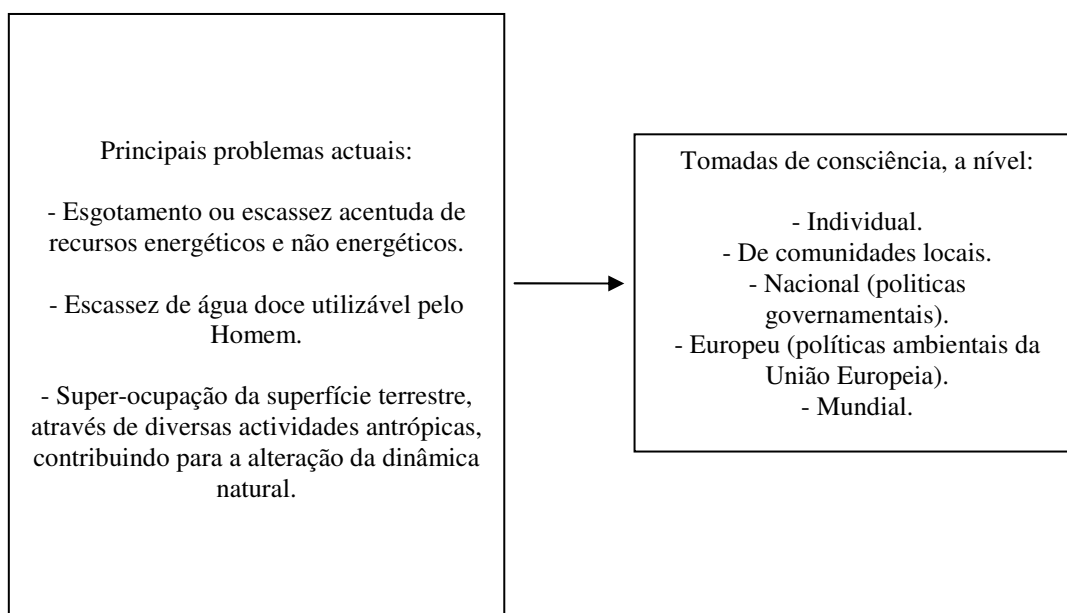
2. No nº 2 dos *Cadernos Didácticos*, publicação do DES distribuída pelas escolas, são sugeridas diversas actividades didácticas no âmbito da hidrogeologia. Martins Carvalho, J. & Amador, F. Águas subterrâneas: uma abordagem metodológica. *In Cadernos Didácticos*, nº 2, Lisboa: ME-DES.
3. Em Prost (1999). *La Terre – 50 expériences pour découvrir notre planète*, podem também encontrar-se diversas sugestões de actividades práticas neste domínio.

#### 4. Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais

O início do século XXI está a ser marcado pelo assumir de posições polémicas, por parte das grandes potências, relativas à gestão e exploração de ambientes naturais. Na actualidade, a Ciência já provou que uma alteração introduzida num ambiente situado a milhares de quilómetros de distância pode provocar efeitos devastadores em locais longínquos. Importa, por isso, acompanhar a evolução de alguns debates e posições assumidas pelos governos a nível mundial e pelas comunidades científicas em fóruns internacionais. Porém, não basta acompanhar este tipo de discussões importa também assumir posições a nível individual, a nível de comunidades locais e/ou nacionais que visem uma melhor gestão do nosso planeta.

Neste tópico, fecha-se um ciclo que se iniciou no 10º ano com o estudo da interacção entre os diversos subsistemas. Os estudantes deverão, nesta fase, compreender melhor as diversas interacções entre os subsistemas. Conhecimento essencial para o assumir de uma cidadania esclarecida e crítica.

##### A. Carta de exploração



##### B. Sugestões metodológicas

1. Realização de jogos de simulação sobre problemas de esgotamento ou escassez acentuada de recursos energéticos e não energéticos, escassez de água doce utilizável pelo Homem e super-ocupação da superfície terrestre, assumindo os alunos diversos papéis sociais. Este tipo de actividade pode permitir a identificação de diferentes perspectivas sobre os mesmos problemas, ganhando destaque a importância que os factores económicos e políticos exercem nalgumas tomadas de posição.

### 3. BIBLIOGRAFIA

#### 3.1. Bibliografia comentada

- 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 do 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.*

- Allégre, C. (1998). *Deus face à Ciência*. Lisboa: Universidade de Aveiro/Gradiva.

*Livro que relata e analisa os múltiplos conflitos do passado e da actualidade entre Ciência e Religião. Diversas teorias científicas são, elas próprias, contextualizadas e confrontadas entre si e com as afirmações emanadas de interpretações religiosas. A independência da Ciência face às religiões é tema dominante, a que se associam a recusa do dogmatismo na prática da pesquisa científica e o dever de possibilitar a acessibilidade do conhecimento a um número crescente de pessoas.*

- Alvarez, W. (2000) *T.rex e a cratera da destruição*. Lisboa: Bizâncio.

*Profundamente envolvido nos meandros da investigação da extinção da fronteira K-T, o autor relata, com simplicidade, os avanços e aparentes retrocessos ocorridos ao longo de um prolongado e aliciante processo de descoberta, quase transformado em romance policial. Às pistas investigadas adiciona a informação geológica mínima necessária à compreensão dos temas pelos menos informados, reposicionando a controvérsia entre o uniformitarismo e o catastrofismo dogmáticos. De leitura fácil e atraente, o livro deixa, no final, a mensagem da dinâmica da investigação científica.*

- Amador, F. & Contencas, P. (2001). *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

*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.*

- Andrade, C. F. (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 didático onde são abordados aspectos relacionados com as principais dificuldades na aprendizagem do tema, sugerindo actividades.*

- Anguita, F. (2002). *Biografía de la Tierra. Historia de un planeta singular*. Madrid: Aguilar.

*Este livro aborda os assuntos numa perspectiva próxima ao programa do 12º ano (tema III).*

- Anguita, F. & Moreno, F. (1991). *Procesos Geológicos Internos*. Madrid: Rueda.

*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.

*Analisa os processos geológicos externos numa perspectiva ambiental.*

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

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

- 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.*

- Cachapuz, A. F., Praia, J. F. & Jorge, M. P. (2000). *Perspectivas de Ensino*. Porto: CEEC (Centro de Estudos de Educação em Ciência).

*Obra que ajuda a construir uma visão histórico-didáctica da evolução de perspectivas do ensino das ciências e de seus pressupostos, atribuindo um destaque especial ao "Ensino por Pesquisa".*

- Carmen, L., Caballer, M. J., Furió, C., Gómez Crespo, M. A., Jiménez, M. P., Jorba, J., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., Pozo, J. I., San Martí, N., Vilches, A. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria*. 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.*

- Caron, J. M., Gauthier, A., Schaaf, A., Ulysse, J. & Wozniak, J. (1995). *Comprendre et enseigner la Planète Terre*. Paris: Ophrys.

*Texto básico que cobre as matérias de geologia geral.*

- 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. A. & 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.*

- Costa, F., Garcia, M. A., Gameiro, M. I. & Terça, O. (1997). *Geologia – Construindo Conceitos sobre a Terra*. Lisboa: IIE.

*Nesta obra são apresentadas diversas propostas de actividades, a par com informação teórica.*

- Duschl, R. 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.*

- Elmi, S. & Babin, C. (2002). *Histoire de la Terre*. Paris: Dunod.

*Esta obra reconstitui a história da Terra com os seus principais momentos geológicos e biológicos. Apresenta também, de forma resumida, os conceitos fundamentais, métodos e técnicas de investigação utilizadas pela geologia histórica.*

- Foucault, A. (2003). *La Terre planète vivante*. Paris: Vuibert.

*Este livro tem como ideia central – a Natureza forma um sistema no qual todos os elementos são interdependentes. Além de descrever a história da Terra coloca também algumas questões sobre o seu futuro.*

- Galopim de Carvalho, A. M., Galopim, N. (1993). *A vida e a morte dos dinossáurios*. Lisboa: Gradiva.

*Depois de fazerem o historial da pesquisa e exploração de jazidas, os autores descrevem a diversidade morfológica dos dinossáurios e as linhas evolutivas admitidas no grupo. Referem inúmeras jazidas importantes a nível mundial, bem como muitos dos achados efectuados em Portugal. Enumeram alguns métodos que têm possibilitado reconstituir paleoambientes e modos de vida destes animais e põem em confronto diversas hipóteses que têm sido emitidas a propósito da sua extinção.*

- Galopim de Carvalho, A. M. (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. M. (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.*

- Galopim de Carvalho, A. M. (2000). *Sopas de Pedra*. Lisboa: Gradiva.

*Livro de divulgação científica, aborda o mundo dos minerais: além de fornecer os conceitos fundamentais, transmite também uma perspectiva histórica da sua construção.*

- Gardom, T. & Milner, A. (1994). *O Livro dos Dinossáurios do Museu de História Natural de Londres*. Lisboa: Editorial Caminho.

*Partindo da belíssima exposição montada no Museu de História Natural de Londres, os autores percorrem, num livro de cuidadas ilustrações, o mundo dos dinossáurios, abordando questões ainda em aberto no que respeita à sua biologia e ecologia. Questionam os motivos da sua extinção, historicam os achados efectuados, terminando com uma descrição dos trabalhos de reconstituição e com abundantes dados sobre diversos géneros.*

- Gass, I., Smith, P. & Wilson, R. (1978). *Vamos compreender a Terra*. Coimbra: Almedina.

*Este livro de texto em português aborda diversos temas programáticos.*

- Gohau, G. (1988). *História da Geologia*. Lisboa: Publicações Europa-América.

*Remontando à Antiguidade, o livro revela-nos sucessivas concepções do mundo e da sua dinâmica. Centra-se, depois, nos difíceis caminhos que conduziram ao nascimento da Geologia como ciência e às grandes controvérsias associadas ao tipo de processos envolvidos nas transformações ocorridas, à duração dos tempos geológicos e à mobilidade da face da Terra. Leitura que torna possível conhecer e meditar sobre conceitos que bloquearam temporariamente o caminho da descoberta, bem como sobre raciocínios reinterpretativos que possibilitaram novas concepções acerca da Terra e do seu funcionamento.*

- Hamblin, W. K. & Christiansen, E. H. (1995). *Earth's Dynamic Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

*Livro de carácter abrangente, contendo diversos temas com informação detalhada e pertinente. Caracteriza e descreve com particular pormenor os limites entre as placas litosféricas.*

- 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. Além de aspectos menos conhecidos e espectaculares do vulcanismo, são referidas a sua importância económica e a sua estreita ligação à tectónica de placas.*

- MacDougall, J. D. (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.*

- Martins Carvalho, J. e Amador, F. (2001). Águas subterrâneas: uma abordagem metodológica. *In Cadernos Didácticos*, nº 2, Lisboa: ME/DES.

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

- 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.*

- Mendes Victor, L. A. (1998). *O fundo dos oceanos*. Lisboa: Parque EXPO'98.

*Texto breve e condensado que, depois de historiar as descobertas realizadas nos fundos oceânicos que conduziram à aceitação do paradigma da tectónica de placas, descreve a origem e a morfologia das bacias oceânicas e das margens activas e passivas.*

- Merritts, D., Wet, A. & Menking, K. (1997). *Environmental Geology*. New York: W.H. Freeman and Company.

*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.*

- Michard, J. G. (1989). *Le monde perdu des dinosaures*. Paris: Gallimard.

*Escrito por um especialista, alia o rigor na linguagem às características de uma obra de divulgação. Disponibiliza, de forma atraente, uma série de informação sobre a descoberta dos primeiros fósseis de dinossáurios no século XIX.*

- Montgomery, C. W. (1997). *Environmental Geology*. Boston: McGraw-Hill.

*Nesta obra são tratados os principais problemas ambientais relacionados com processos geológicos. Adicionalmente é fornecida uma grande quantidade de informação com interesse para o desenvolvimento de materiais e estratégias didácticas.*

- 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.*

- Pedrinacci, E. (2001). *Los procesos geológicos internos*. Madrid: Ed. Síntesis.

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

- Pozo, J. I. & Gómez Crespo, M. 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 nº 1. Aveiro: Universidade de Aveiro.

*Obra especialmente dirigida a professores do ensino secundário, 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.*

- 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.

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

- Ribeiro, A. (1997). *Uma breve história tectónica da Terra*. Lisboa: Parque EXPO'98.

*Descreve, de forma sintética e sucinta, a história dos movimentos da Terra sólida.*

- Serra, J. M. (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.*

- Skinner, B. J. & Porter, S. C. (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. C. & Botkin, D.B. (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.*

- Stanley, S. M. (1999). *Earth System History*. New York: W.H. Freeman and Company.

*Além de uma abordagem de temas gerais de geologia, o livro trata com maior detalhe aspectos ligados aos seres vivos e seus ambientes de vida, bem como aos ambientes sedimentares, aos métodos próprios da geologia histórica, aos ciclos biogeoquímicos e, com maior realce, a história da Terra.*

- Tarbuck, E. J. & Lutgens, F. K. (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.*

- Thompson, G. R. & Turk, J. (1999). *Earth Science and the Environment*. Orlando: Ed. Saunders College Publishing.

*O texto tenta explicar, de forma rigorosa, os mecanismos do planeta Terra, utilizando uma linguagem realmente acessível.*

- 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.*

- 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.*

### **3.2. Outra bibliografia comentada**

- AEPECT (2000). *Monografias de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – Serie Cuadernos Didácticos*: 1. Investigando las Ciencias de la Tierra – Estructura de la Tierra y Tectónica de Placas, 2. Investigando las Ciencias de la Tierra – Cambio en la atmósfera, 3. Investigando las Ciencias de la Tierra – Introducción al mapa geológico (1): topografía y fundamentos. (s/l): Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra.

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

- Universidade de Aveiro (2001). *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

*Inclui um conjunto de textos entre os quais destacamos “Towards an Earth-Environmental Science Education for all aged 14-16” de David P. Thompsson, “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.*

- Universidade de Coimbra (2002). *Propostas de ensino e materiais didácticos para um novo programa de Geologia do 10º ano (CD-ROM)*. Coimbra: Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

*Este CD-ROM disponibiliza informação sobre tópicos programáticos, materiais didácticos e sugestões de actividades.*

### **3.3. Bibliografia não comentada**

- Almeida, A. (1998). *Visitas de Estudo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Carvalho, A. M. (2003). *Geologia Sedimentar. Volume I – Sedimentogénese*. Lisboa. Âncora Editora.
- Castilho, A. M. A. (1995). *Cartas topográficas e geológicas – uma introdução ao seu estudo*. Coimbra: Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.
- Bolt, B. A. (1999). *Earthquakes*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Bush, R. M. (Ed.) (1997). *Laboratory Manual in Physical Geology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Facchini, F. (1994). *O Homem. Origem e Evolução*. Lisboa. Replicação.

- Forjaz, V. H. (Ed.) (1997). *Vulcão dos Capelinhos – Retrospectivos* (Vol.1). S. Miguel: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- Jiménez, A. G., Marin, F. J. & Martínez, A. G. (1996). *Cortes Geológicos, construcción e interpretación*. Madrid: Edit. Edinumen.
- Gould, S. J. (1991). *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do tempo geológico*. São Paulo: Ed. Schwarcz.
- Hallam, A. (1983). *Grandes Controvérsias Geológicas*. Barcelona: Labor.
- Machado, F. & Forjaz, V. H. (1968). *Actividade vulcânica do Faial – 1957-1967*. Porto: Comissão de Turismo do Distrito da Horta.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (2000). *Ensinando ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano.
- Rebelo, J. A. (1999). *As cartas geológicas ao serviço do desenvolvimento*. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- Sagan, C. (1984). *Cosmos*. Lisboa: Gradiva.
- Teixeira, C. & Gonçalves, F. (1983). *Aspectos gerais da cartografia geológica. A cartografia geológica no Ensino Secundário*. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, Colecção “Natura”.
- Wegener, A. (1966). *The Origin of Continents and Oceans*. New York: Dover.
- Wiswall, C. G. e Fletcher III, C. H. (1997). *Investigating Earth – A Geology Laboratory Text*. Dubuque, IA: Wmc.C. Brown Publishers.

#### **4. Outra bibliografia não comentada**

- Selecções do Reader’s Digest (Ed.) (1999). *O Homem transforma o mundo*. (s/l): Selecções do Reader’s Digest.

#### **5. Publicações do DES/ME**

- Cadernos Didácticos de Ciências.
- Ensino Experimental das Ciências, Materiais Didácticos 1 e 2.
- Manual de Segurança de Laboratórios Escolares (2002). CD-ROM.