

**Ministério da Educação**

**Departamento do Ensino Secundário**

**Programa de Biologia e Geologia**

**11º ou 12º anos**

Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias

**Autores**

**Componente de Biologia**

Alcina Mendes (Coordenadora)

Dorinda Rebelo

Eduardo Pinheiro

**Colaborador**

Jorge A. M. Cunha

**Componente de Geologia**

Carlos Perdigão Silva

Filomena Amador (Coordenadora)

José Fernando Pires Baptista

Rui Adérito Valente

**Homologação**

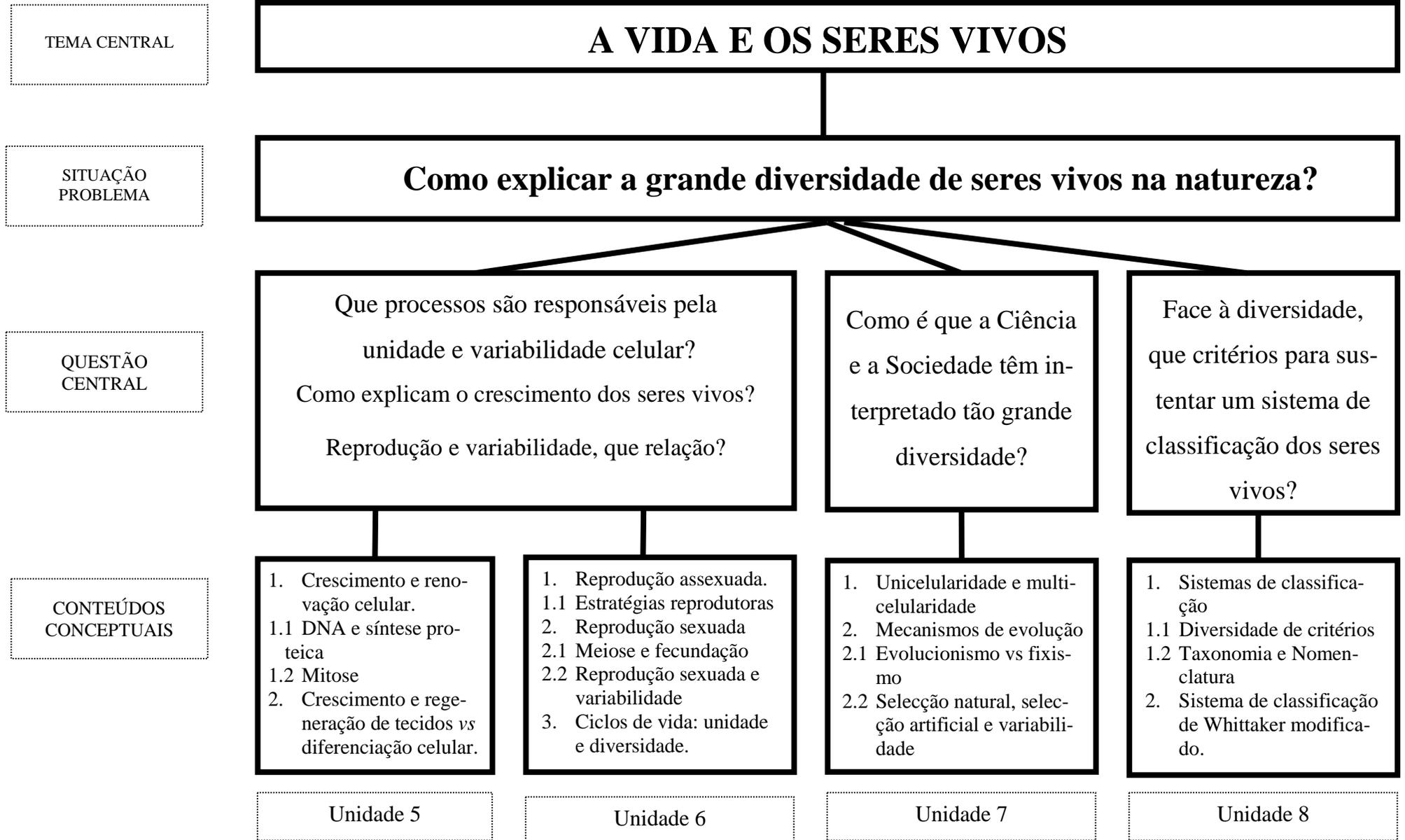
**03/04/2003**

## ÍNDICE

DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA.....	3
Mapa de exploração do programa de Biologia.....	4
Unidade 5 – Crescimento e renovação celular.....	5
Unidade 6 – Reprodução.....	8
Unidade 7 – Evolução biológica.....	11
Unidade 8 – Sistemática dos seres vivos.....	13
DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA DE GEOLOGIA.....	15
1. Visão geral do programa.....	16
2. Tema IV – Geologia, problemas e materiais do cotidiano.....	17
BIBLIOGRAFIA.....	37
Componente de Biologia.....	38
Componente de Geologia.....	42

*Desenvolvimento do programa de Biologia*

# MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA 11º ANO



## Unidade 5 — CRESCIMENTO E RENOVAÇÃO CELULAR

**Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular? Como explicam o crescimento dos seres vivos?**

### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A SITUAÇÃO-PROBLEMA

#### 1. Crescimento e renovação celular

As células possuem processos de síntese que asseguram o seu crescimento. Através da mitose têm a possibilidade de originar novas células idênticas à inicial.

#### 2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular

O crescimento dos organismos e a regeneração dos tecidos têm por base processos de mitose. A diferenciação torna as células especializadas nas funções que desempenham, de tal modo que a própria capacidade de divisão celular pode ficar comprometida.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Crescimento e renovação celular.</p> <p>1.1 DNA e síntese proteica</p> <p>1.2 Mitose</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discutir a necessidade de constante renovação de alguns dos constituintes celulares (ex. proteínas).</li> <li>• Explicar como a expressão da informação contida no DNA se relaciona com o processo de síntese de proteínas.</li> <li>• Analisar e interpretar dados de natureza diversa (em tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução.</li> <li>• Interpretar procedimentos laboratoriais e experimentais relacionados com estudos de síntese proteica e ciclo celular.</li> <li>• Formular e avaliar hipóteses relacionadas com a influência de factores ambientais sobre o ciclo celular.</li> <li>• Conceber, executar e interpretar procedimentos laboratoriais simples, de cultura biológica e técnicas microscópicas, conducentes ao estudo da mitose.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexão e desenvolvimento de atitudes críticas, conducentes a tomadas de decisão fundamentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no ciclo celular e conduzir a situações indesejáveis como, por exemplo, o aparecimento de doenças.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As características estruturais e funcionais que permitem distinguir DNA de RNA.</li> <li>• A importância da replicação do DNA para a manutenção da informação genética.</li> <li>• A síntese de proteínas como um mecanismo importante para a manutenção da vida e da estrutura celular.</li> <li>• A compreensão global de acontecimentos importantes para célula, nomeadamente, o encurtamento de cromossomas, a divisão do centrómero, a separação de cromátídeos, a formação de dois núcleos filhos e a divisão do citoplasma.</li> <li>• A mitose como o processo que assegura a manutenção das características hereditárias ao longo das gerações e permite a obtenção de novas células.</li> <li>• A sequência de acontecimentos que caracterizam o ciclo celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo pormenorizado dos processos de replicação, transcrição e tradução.</li> <li>• A classificação de cromossomas com base na localização do centrómero.</li> <li>• Descrição de processos de “empacotamento” de DNA no cromossoma (histonas, nucleossomas, ansas,...)</li> </ul>	<p>Núcleo e Membrana nuclear R.E.R. Ribossoma Cariótipo, Cromossoma, Cromátídeo, Centrómero DNA e RNA Nucleótido Bases azotadas Ribose Desoxirribose Replicação Transcrição Tradução Códão, anti-codão e codogene Código genético Gene, Genoma Mutação génica Ciclo celular Interfase Mitose: profase, metafase, anafase, telofase Citocinese</p>	10

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
2. Crescimento e regeneração de tecidos vs diferenciação celular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar, esquematizar e/ou descrever imagens de mitose em células animais e vegetais, identificando acontecimentos celulares e reconstituindo a sua sequencialidade.</li> <li>• Avaliar o papel da mitose nos processos de crescimento, reparação e renovação de tecidos e órgãos em seres pluricelulares.</li> <li>• Explicar que o crescimento de seres multicelulares implica processos de diferenciação celular.</li> <li>• Discutir a possibilidade dos processos de diferenciação celular poderem ser afectados por agentes ambientais (ex. raios x; drogas; infecções virais; ...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de atitudes, cientificamente sustentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que podem interferir no processo de diferenciação celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As diferenças estruturais e funcionais que existem entre as células de um indivíduo resultam de processos de diferenciação.</li> <li>• A diferenciação celular como processo que envolve regulação da transcrição e tradução de genes.</li> <li>• A capacidade que uma célula tem de originar outros tipos de células especializadas é, em geral, tanto maior quanto menor for a sua diferenciação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrição de processos de regulação génica envolvidos na diferenciação celular.</li> </ul>	<p>Célula indiferenciada Célula especializada Clone Clonagem</p>	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Partindo da situação-problema “Como explicar a grande diversidade dos seres vivos na natureza?” sugere-se o desenvolvimento de actividades de discussão que permitam ao aluno visitar e enriquecer o conceito de célula estudado no ano anterior, compreendendo que apesar das diferenças existentes entre os seres vivos, existe uma unidade estrutural e funcional a nível celular, que se revela, também, a nível molecular. Esta abordagem levará, certamente, à identificação de novas questões, tais como, as seguintes: “Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular?; De que depende o crescimento celular? E o crescimento e regeneração de tecidos?; Como explicar o facto das células de um indivíduo não serem todas iguais?”. Este tipo de interrogações permitirá, pois, contextualizar diversas actividades de aprendizagem como as que em seguida se sugerem.

- Análise e interpretação de esquemas, tabelas com dados experimentais, ... relativos às características das moléculas de DNA e RNA e aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução. Estas actividades deverão permitir ao aluno conhecer as diferenças entre as várias moléculas estudadas, bem como compreender a importância dos processos em estudo na manutenção da informação genética, da vida e da estrutura celular. Será importante relacionar esses mecanismos com a ocorrência de mutações génicas, aproveitando para explorar exemplos com impacto social (ex. fenilcetonúria, albinismo, fibrose quística ou anemia falciforme).

- Planificação e concretização de actividades práticas para estudo do processo de mitose (ex. utilizando vértices vegetativos de raízes de *Allium* ou *Pisum* como material biológico). Recomenda-se que os alunos tomem parte activa nas diversas etapas de decisão e execução; assim, deverão participar na identificação de tecidos onde supostamente ocorrem mitoses, na avaliação de dificuldades inerentes à sua obtenção e cultura, bem como na pesquisa bibliográfica que permita seleccionar protocolos e apoiar a interpretação das imagens microscópicas que venham a ser obtidas. Considera-se pertinente que a escola disponha, também, de preparações definitivas nas quais se observem estádios de mitose em células animais e vegetais; recomenda-se a discussão alargada à turma das imagens microscópicas observadas, o que supõe a utilização de sistemas de projecção adequados, nomeadamente a ligação de microscópio a computador, vídeo ou televisor.

Para promover uma compreensão integrada e contextualizada do conceito de ciclo de vida, sugere-se o desenvolvimento de actividades que suponham problematização, pesquisa e debate. “Em que medida poderá o ambiente interferir no ciclo celular?; Qual a intervenção do Homem nesse processo? Que consequências para a saúde do indivíduo?” Subjacente a estas sugestões encontra-se o objectivo de criar condições para que os alunos reflectam sobre as implicações que as alterações ambientais causadas pelo homem podem ter no ciclo celular e na diferenciação das células. Assim, poderão ser desenvolvidas atitudes críticas, indispensáveis à compreensão das questões e à construção de juízos e valores cientificamente fundamentados, de modo a que os alunos possam participar nos processos sociais de tomada de decisão.

Recomenda-se, ainda, a análise e interpretação de dados obtidos experimentalmente para a compreensão global dos processos celulares que caracterizam o ciclo celular, nomeadamente interfase e mitose. A utilização de V de Gowin pelos alunos poderá ser uma ferramenta heurística, integradora das dimensões conceptual e metodológica envolvidas na construção destes conceitos.

Salienta-se a necessidade de diagnosticar as concepções que os alunos possuem sobre os termos clone e clonagem. Nesta unidade importa clarificar o significado destes conceitos no que respeita à obtenção de tecidos, estabelecendo relações com os mecanismos de crescimento e diferenciação celular estudados. As questões que relacionam clone e clonagem com reprodução serão retomadas na unidade seguinte, pelo que a sua discussão poderá ser deixada em aberto.

## Unidade 6 — REPRODUÇÃO

### Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular? Reprodução e variabilidade, que relação?

#### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

##### 1. Reprodução assexuada

A reprodução assexuada não contribui para a variabilidade genética das populações, porém assegura o seu rápido crescimento e a colonização de ambientes favoráveis.

##### 2. Reprodução sexuada

A reprodução sexuada assegura a variabilidade genética dos indivíduos de uma espécie. Para tal contribuem tanto os processos inerentes à formação de gametas como os que caracterizam a fecundação.

##### 3 Ciclos de vida

Os diferentes tipos de ciclos de vida dos organismos traduzem a diversidade de estratégias encontradas para assegurar a reprodução, fazendo face aos desafios que o meio lhes impõe.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Reprodução assexuada:</p> <p>1.1 Estratégias reprodutoras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, interpretar e organizar dados de natureza diversa, relativamente a processos de reprodução assexuada em diferentes tipos de organismos.</li> <li>Relacionar a mitose com os processos de reprodução assexuada.</li> <li>Planificar e executar actividades laboratoriais e experimentais.</li> <li>Avaliar implicações da reprodução assexuada ao nível da variabilidade e sobrevivência de populações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento de atitudes críticas e fundamentadas acerca da exploração dos processos de reprodução assexuada dos seres vivos com fins económicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As semelhanças e diferenças entre vários casos de reprodução assexuada.</li> <li>A reprodução assexuada origina organismos geneticamente iguais aos progenitores.</li> <li>As potencialidades e limitações biológicas dos processos de reprodução assexuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A descrição exhaustiva de elevado número de exemplos de processos de reprodução assexuada.</li> </ul>	<p>Bipartição Fragmentação Gemulação Partenogénese Multiplicação vegetativa Esporulação /Esporo</p> <p>Clone Clonagem</p>	13
<p>2. Reprodução sexuada</p> <p>2.1 Meiose e fecundação</p> <p>2.2 Reprodução sexuada e variabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prever em que tecidos de um ser vivo se poderão observar imagens de meiose.</li> <li>Interpretar, esquematizar e legendar imagens relativas aos principais acontecimentos da meiose.</li> <li>Discutir de que modo meiose e fecundação contri-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apreciação crítica das implicações éticas e morais que envolvem a utilização de processos científico-tecnológicos na manipulação da reprodução humana e/ou de outros seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As divisões reducional e equacional da meiose e sua importância biológica.</li> <li>Os aspectos que distinguem mitose de meiose.</li> <li>Os acontecimentos da meiose que contribuem para a variabilidade dos seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo de todos os acontecimentos nucleares da profase I e sua nomeação.</li> <li>A utilização de elevado número de termos específicos para nomear</li> </ul>	<p>Meiose Divisão reducional/ equacional Haploide / diploide Cromossomas homólogos <i>Crossing-over</i> Mutaçã cromossómica</p>	

	buem para a variabilidade			gónadas e/ ou	Gâmeta	
Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
3. Ciclos de vida: unidade e diversidade	<p>dos seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher e organizar dados de natureza diversa, relativamente às estratégias de reprodução utilizadas por seres hermafroditas.</li> <li>Aplicar conceitos básicos para interpretar diferentes tipos de ciclos de vida.</li> <li>Localizar e identificar os processos de reprodução presentes num ciclo de vida, prevendo a existência ou não de alternância de fases nucleares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consciencialização de que intervenções humanas em qualquer uma das fases de um ciclo de vida de um organismo podem interferir na conservação/ evolução da espécie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A diversidade de gónadas/gametângios como locais onde ocorre produção de gâmetas.</li> <li>O hermafroditismo como condição que não implica a autofecundação.</li> <li>O conceito de ciclo de vida aplicável a qualquer tipo de organismo.</li> <li>A identificação da alternância de fases nucleares pela localização da meiose e da fecundação num ciclo de vida.</li> <li>Os esporos e os gâmetas como células reprodutoras.</li> </ul>	<p>gametângios nos exemplos estudados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo de mais do que três ciclos de vida.</li> <li>A utilização de elevado número de termos específicos para descrever as estruturas biológicas dos ciclos seleccionados.</li> </ul>	<p>Gametângio Gónada Fecundação Hermafrodita</p> <p>Ciclo de vida Alternância de fases nucleares</p>	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

“Quais as potencialidades e limitações da mitose ao assegurar os processos de reprodução dos seres vivos?; Como explicar a variabilidade dos descendentes resultantes de processos de reprodução sexuada?” Questões como estas poderão orientar actividades de aprendizagem como as que seguidamente se apresentam:

- organizar dados, em pequenos grupos de alunos, de modo a enumerar, caracterizar e comparar algumas formas de reprodução assexuada, bem como conhecer e analisar criticamente a exploração que o homem faz de alguns desses processos com fins económicos;
- visitar uma estação agrícola ou laboratório onde se utilizem/ desenvolvam técnicas de propagação vegetativa, confrontando essas práticas com as utilizadas pela agricultura tradicional;
- planificar e executar actividades laboratoriais de natureza experimental que permitam pôr em prática procedimentos de propagação vegetativa; recomenda-se a valorização de processos de manipulação e controlo de variáveis simples, como temperatura, humidade, ... , bem como discussão da importância das réplicas nos trabalhos experimentais; a utilização de sensores pode ser uma mais valia na monitorização das variáveis em estudo.

- observar e interpretar imagens de meiose obtidas ao microscópio óptico em fotografias, transparências ou vídeo e, sempre que possível, em preparações definitivas (ex. anteras e/ou testículos de mamífero) e/ ou extemporâneas (ex. anteras de *Lilium*).

Após o estudo do processo de meiose e compreendida a sua importância nos processos de reprodução sexuada, importa ajudar os alunos a construir uma visão integrada da diversidade de soluções reprodutivas que existem na natureza. Nesse sentido, o estabelecimento de questões do tipo “Como explicar que determinados seres que se reproduzem assexuadamente também se possam reproduzir sexuadamente? Que vantagens e desvantagens apresenta o hermafroditismo no que respeita à variabilidade dos seres vivos?” podem servir para orientar actividades de pesquisa, através das quais os alunos possam conhecer diversas estratégias de reprodução, desde a fecundação cruzada utilizadas por hermafroditas (ex. algumas espécies de anelídeos, gastrópodes pulmonados, peixes ou angiospérmicas), à partenogénese que permite colonizar com sucesso um determinado habitat (ex. algumas espécies de crustáceos, insectos, anfíbios, répteis e peixes). Posteriormente, será interessante levantar novas questões, cujo debate possa ser deixado em aberto e servir de fio articulador com as aprendizagens da unidade seguinte (ex. “De que modo as estratégias reprodutivas podem condicionar a sobrevivência das populações de seres vivos?”).

Confrontar as concepções de clone e clonagem de células e tecidos, construídas na unidade anterior, com as aprendizagens relativas à reprodução, promovendo o seu enriquecimento e clarificando o seu significado quando relacionados com a obtenção de indivíduos.

Realizar actividades de trabalho cooperativo, em pequenos grupos de alunos, para análise, interpretação, comparação e sistematização de informação sobre ciclos de vida. Sugere-se, na medida do possível, a selecção de ciclos de vida simples, de seres conhecidos dos alunos (já estudados ou de habitats característicos da zona onde a escola se insere). Será fundamental que o professor seleccione construa e/ou adapte documentos apropriados aos seus alunos, nos quais os ciclos de vida se apresentem de modo simplificado no que respeita à identificação de estruturas morfológicas. Os dados fornecidos deverão permitir que os alunos reconheçam os processos de reprodução em jogo, identifiquem as células reprodutoras (gâmetas e/ou esporos) e localizem meiose e fecundação (caso existam), de modo a comparar a extensão das diferentes fases nucleares nos ciclos de vida em estudo.

## Unidade 7 — EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

### Como é que a Ciência e a Sociedade têm interpretado a grande diversidade dos seres vivos?

#### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

##### 1. Unicelularidade e multicelularidade

A célula não pode aumentar indefinidamente o seu tamanho. As organizações coloniais e, posteriormente, a pluricelularidade foram soluções eficazes para ultrapassar esta limitação.

##### 2. Mecanismos de evolução

Não há consenso sobre as causas da diversidade dos seres vivos. As teorias evolutivas explicam essa diversidade pela selecção dos organismos mais adaptados, razão pela qual as populações se vão modificando.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Unicelularidade e multicelularidade</p> <p>2. Mecanismos de evolução</p> <p>2.1 Evolucionismo vs fixismo</p> <p>2.2 Selecção natural, selecção artificial e variabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar e avaliar os modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes.</li> <li>Discutir a origem da multicelularidade tendo em conta a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais.</li> <li>Relacionar a pluricelularidade com a diferenciação celular.</li> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais.</li> <li>Reconhecimento do carácter provisório dos conhecimentos científicos, bem como da importância epistemológica das hipóteses.</li> <li>Reconhecimento de que o avanço científico-tecnológico é condicionado por contextos (ex. sócio-económicos, religiosos, políticos...), geradores de controvérsias, que podem dificultar o estabelecimento de posições consensuais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As diferenças entre seres procariontes e eucariontes.</li> <li>A transição de procarionte para eucarionte e de unicelularidade para multicelularidade.</li> <li>A especialização de células em organismos coloniais traduz um aumento de complexidade.</li> <li>A pluricelularidade implica uma maior organização e diferenciação celular.</li> <li>Os contributos de diferentes áreas científicas (ex. anatomia, citologia, química, paleontologia...) na fundamentação e consolidação do conceito de evolução.</li> <li>As diferenças entre o pensamento de Lamark e Darwin e a utilização do termo neodarwinismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo exaustivo de organismos com organização colonial.</li> <li>O estudo pormenorizado das teorias evolucionistas.</li> </ul>	<p>Procarionte Eucarionte</p> <p>Modelo autogénico Modelo endossimbótico</p> <p>Colónias</p> <p>Fixismo Evolucionismo</p> <p>Selecção natural Selecção artificial</p>	6

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisar, interpretar e discutir casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial.</li> <li>• Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.</li> <li>• Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A meiose como fonte de variabilidade e, por esse motivo, promotora da evolução.</li> <li>• As populações como unidades evolutivas.</li> <li>• A existência de fenómenos de evolução convergente e divergente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A abordagem exaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria evolucionista.</li> </ul>		

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

O estudo dos modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes e da origem da multicelularidade pode ser perspectivado a partir da interpretação de imagens, incluindo, também, actividades de discussão, esquematização e sistematização de informação. Sugere-se, igualmente, a observação de organismos unicelulares procariontes e eucariontes, coloniais e multicelulares com diferenciação (ex. cianobactérias, paramécia, volvox e elódea). Estas actividades deverão promover a compreensão das semelhanças e diferenças existentes entre os organismos procariontes e os eucariontes, assim como entre as organizações colonial e pluricelular com diferenciação.

Organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo: “Como explicar a diversidade dos seres vivos? De que modo esta diversidade variou ao longo do tempo? Que interpretações têm sido avançadas?” A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e interpretação de dados relativos ao evolucionismo e argumentos que o sustentam, aproveitando para enfatizar os contributos da tecnologia e de outras áreas de saber – Física, Química, Geologia,... – na construção dos conhecimentos científicos.

A ênfase dada às teorias evolucionistas, no que respeita ao darwinismo e neodarwinismo, deve ter em conta o conceito de selecção natural, implícito nessas teorias, e promover a confrontação desse conceito com o de selecção artificial. Será importante debater assuntos relacionados com a intervenção do homem, tais como, a selecção de espécies com fins económicos, os cruzamentos não aleatórios e a introdução de espécies exóticas em ambientes que as não possuam naturalmente.

## Unidade 8 — SISTEMÁTICA DOS SERES VIVOS

### Face à diversidade, que critérios para sustentar um sistema de classificação dos seres vivos?

#### RELAÇÃO ENTRE OS CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E A QUESTÃO CENTRAL

##### 1. Sistemas de classificação

Ao longo dos tempos foram surgindo diferentes propostas de organização taxonómica dos organismos, a fim de tornar mais acessível o estudo da enorme diversidade do mundo vivo. A evolução destes sistemas estará sempre dependente do aparecimento de novos dados científico-tecnológicos que exijam a sua revisão.

##### 2. Sistema de classificação de Whittaker modificado

Tendo em conta níveis de organização, modos de nutrição e interações nos ecossistemas, foi proposto um sistema de classificação em cinco Reinos, que ainda hoje reúne alargado consenso na comunidade científica.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Sistemas de classificação</p> <p>1.1 Diversidade de critérios</p> <p>1.2 Taxonomia e Nomenclatura</p> <p>2. Sistema de classificação de Whittaker modificado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrar e contrastar perspectivas e argumentos associados aos diferentes sistemas de classificação que foram sendo elaborados.</li> <li>Distinguir sistemas de classificação práticos/ racionais, artificiais/ naturais e filogenéticos.</li> <li>Utilizar chaves dicotómicas simples e regras básicas de nomenclatura.</li> <li>Comparar a classificação de Whittaker com outras antecedentes atendendo ao número de Reinos e aos critérios utilizados.</li> <li>Discutir razões de consensualidade desta classificação face a outras propostas apresentadas posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento da importância dos conhecimentos de taxonomia e nomenclatura para o estudo da Biologia.</li> <li>Valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais.</li> <li>Reconhecimento de que a construção do conhecimento científico envolve opiniões controversas e nem sempre é possível chegar a novos consensos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os critérios subjacentes a cada tipo de sistema de classificação, bem como respectivas vantagens e limitações.</li> <li>A sistemática como conceito abrangente que engloba modelos evolutivos e taxonomia.</li> <li>A universalidade e a hierarquia das categorias taxonómicas.</li> <li>A importância de regras de nomenclatura uniformes e consensuais.</li> <li>Os critérios subjacentes à classificação de Whittaker (nível de organização celular, modo de nutrição, interações nos ecossistemas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exploração exhaustiva de todos os contributos históricos para a evolução dos sistemas de classificação.</li> <li>A abordagem pormenorizadas de categorias taxonómicas inferiores ao Reino.</li> </ul>	<p>Sistemas artificiais/ naturais/ práticos /racionais</p> <p>Sistemática</p> <p>Taxonomia</p> <p>Taxa</p> <p>Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género, Espécie</p> <p>Chave dicotómica</p> <p>Árvore filogenética</p> <p>Nomenclatura binominal</p> <p>Eubactérias</p> <p>Arqueobactérias</p> <p>Monera</p> <p>Protista</p> <p>Fungi</p> <p>Plantae</p> <p>Animalia</p>	7

## **SUGESTÕES METODOLÓGICAS:**

Sugerem-se trabalhos de pesquisa e discussão orientados por questões do tipo: “Qual a necessidade de classificar os seres vivos? Por que é que os sistemas de classificação têm sido modificados ao longo dos tempos? Que critérios foram utilizados para sustentar os diferentes sistemas de classificação?” A sistematização da informação pelos alunos, seguida de debate alargado à turma, poderá versar os seguintes tópicos:

- sistemas de classificação (ex. práticos/ racionais, artificiais/ naturais e filogenéticos), critérios subjacentes, potencialidades e limitações;
- categorias taxonómicas (universalidade e hierarquia) e regras de nomenclatura;
- classificação de Whittaker: critérios utilizados (nível de organização celular, modo de nutrição e interações nos ecossistemas); número de reinos; diferenças e semelhanças face a outros sistemas de classificação;

Recomenda-se a realização de trabalhos práticos de classificação de alguns seres vivos, tendo por base chaves dicotómicas simplificadas; consoante os recursos disponíveis, poderão ser utilizados exemplares vivos, conservados, modelos em resina ou imagens disponíveis em diferentes suportes.

Ao concluir o programa de Biologia importa ajudar os alunos a integrar e sistematizar os contributos dos diversos temas estudados nos 10º e 11º ano. Nesse sentido, sugere-se visitar o objecto de estudo real que contextualizou as aprendizagens relativas ao Módulo Inicial do 10º ano. As actividades, que poderão incluir a realização de trabalho de campo, deverão requerer que os alunos mobilizem saberes construídos ao longo das diversas unidades do programa, reflectindo sobre as implicações desses saberes na forma como se olha, com “novos olhos” um objecto de estudo já conhecido. Salienta-se que a construção de mapas de conceitos poderá ser um recurso didáctico interessante para aceder às construções conceptuais dos alunos e avaliar os processos de mudança eventualmente operados

*Desenvolvimento do programa de Geologia*

## 1. VISÃO GERAL DO PROGRAMA

O quadro seguinte inclui uma visão geral do tema proposto para o programa do 11º ano de Geologia, apenas ao nível dos conteúdos conceptuais.

### Visão geral do tema (conteúdos conceptuais)

Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:<ol style="list-style-type: none"><li>1.1 Bacias hidrográficas (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</li><li>1.2 Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</li><li>1.3 Zonas de vertente (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</li></ol></li><li>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.<ol style="list-style-type: none"><li>2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</li><li>2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.</li><li>2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.</li><li>2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.</li></ol></li><li>3. Exploração sustentada de recursos geológicos.</li></ol>

## 2. TEMA IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano

### Introdução

A ocupação pelo Homem das camadas superficiais da Terra tem provocado nos últimos anos perturbações excepcionalmente numerosas, intensas e rápidas<sup>1</sup>. Os subsistemas terrestres - litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera - têm sido explorados e modificados pela espécie humana e o aumento da população a nível mundial, bem como as exigências crescentes dos países desenvolvidos, tende a agravar uma série de problemas resultantes da interacção Terra-Homem. O estudo destes problemas necessita de uma aproximação interdisciplinar para a qual a geologia pode fornecer contributos importantes, ao lado de outras disciplinas, como a biologia, a física, a química, a economia, a sociologia, etc.

O conhecimento geológico é essencial para a construção de acessibilidades (estradas, pontes, túneis, ...), para a construção de infra-estruturas básicas como os aeroportos e os portos, para a construção de barragens, para a protecção de zonas costeiras, para a definição de regras de ordenamento do território, etc.. O desconhecimento dos materiais e dos processos geológicos tem conduzido, por vezes, a situações graves. Por isso, é importante que um cidadão do século XXI possua informação sobre os materiais e os processos que constituem e moldam a superfície do planeta sobre o qual vive.

### 2.1. Objectivos didácticos

- Analisar situações-problema relacionadas com aspectos de ordenamento do território e de risco geológico.
- Compreender a génese dos principais tipos de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas).
- Classificar as rochas com base em critérios genéticos e texturais.
- Identificar a importância dos fósseis na datação das formações rochosas que os contêm.
- Aplicar princípios estratigráficos na resolução de exercícios concretos.
- Identificar recursos geológicos e respectiva aplicabilidade numa perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
- Desenvolver atitudes de valorização do património geológico (memória da Terra).

### 2.2. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento

---

<sup>1</sup> Chamley, H, 2002, *Environnements Géologiques et Activités Humaines*, Paris, Vuibert.

Quadro I – Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas.

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Nº aulas
<p>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:</p> <p>1.1 Bacias hidrográficas (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</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>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.</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>Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.</p> <p>Ver na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.</p>	<p>A necessidade de identificar e compreender os principais materiais e fenómenos geológicos para prevenir e remediar muitos dos problemas ambientais (esta ideia deve ser transversal a todo o programa).</p> <p>Temas reveladores da importância do conhecimento geológico para a sociedade (procurando estabelecer, de imediato, uma relação com o processo de sedimentação).</p> <p>Os perigos da construção em leitos de cheia e da extracção de inertes no leito dos rios.</p>	<p>As designações dos diferentes troços dos rios, das fases de evolução dos rios e dos vários tipos de estruturas fluviais.</p>	<p>- bacia e rede hidrográfica. - leito e leito de cheia. - perfil transversal. - erosão, transporte e deposição. - ordenamento do território. - risco geológico.</p>	3

<p>1.2 Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p>		<p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p> <p>Assumir atitudes de defesa do património geológico.</p>	<p>A necessidade de o homem intervir de forma equilibrada nas zonas costeiras, isto é, respeitando a dinâmica do litoral.</p>	<p>As designações das formas de acumulação de sedimentos em zonas do litoral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- faixa litoral: arribas e praias.</li> <li>- abrasão marinha e plataforma de abrasão.</li> <li>- natureza das rochas e posição dos estratos (2.1 e 2.3)</li> <li>- ordenamento do território</li> <li>- risco geológico.</li> </ul>	
<p>1.3 Zonas de vertente (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p>			<p>A necessidade de não construir em zonas de risco de movimentos em massa, respeitando regras de ordenamento do território.</p> <p>A importância de alguns factores naturais (gravidade, tipo de rocha, pluviosidade) e antrópicos (desflorestação, construção de habitações e de vias de comunicação, saturação de terrenos por excesso de rega agrícola, ...) no desencadear de movimentos em massa.</p>	<p>A designação e a caracterização dos diferentes tipos de movimento de materiais nas zonas de vertente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- movimentos em massa.</li> <li>- transporte e deposição de sedimentos (2.1).</li> <li>- ordenamento do território.</li> <li>- risco geológico.</li> </ul>	
<p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p>						<p>12</p>

<p>2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</p>			<p>As principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>A classificação das rochas sedimentares com base na sua gênese: detríticas, quimiogénicas e biogénicas.</p> <p>A introdução dos conceitos de mineral e rocha em paralelo com o estudo das rochas sedimentares, mas considerando-os como conceitos transversais (2.1, 2.2 e 2.4), cuja construção deve ser progressiva e corresponder a uma correcção das ideias iniciais dos alunos através de um processo de enriquecimento conceptual.</p> <p>As principais características que distinguem os diferentes tipos de rochas sedimentares propostas.</p> <p>As informações que os fósseis de fácies nos podem fornecer sobre paleoambientes.</p>	<p>Descrições exaustivas e pormenorizadas de cada uma das principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>O estudo descontextualizado das rochas sedimentares sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p> <p>Fazer referência a classificações texturais, com excepção da estratificação.</p> <p>Descrições exaustivas da gênese dos carvões e do petróleo, não ultrapassando, neste caso, noções breves de armadilha petrolífera, local de geração, migração e local de acumulação.</p> <p>Um tratamento exaustivo do significado paleoambiental e da idade dos fósseis.</p>	<p>Meteorização (química e mecânica), erosão, transporte, deposição e diagénese.</p> <p>Mineral e rocha. Principais propriedades dos minerais (composição, clivagem, brilho, cor, dureza, risca, densidade). Caracterização e identificação dos minerais mais comuns nas rochas.</p> <p>Rochas detríticas não consolidadas (balastros, areias, siltes e argilas); rochas detríticas consolidadas (conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos), quimiogénicas (travertino, gesso e sal-gema) e biogénicas (calcário, calcário recifal, calcário conífero, carvões e hidrocarbonetos). Petróleo (rocha-mãe, rocha-armazém, rocha-cobertura, armadilha petrolífera).</p> <p>Fósseis. Processos de fossilização.</p> <p>Paleoambientes. Fácies. Fósseis indicadores de idades e de paleoambientes. Ambientes sedimentares continentais, de transição e marinhos.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

<p>2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.</p>			<p>A contribuição dos fósseis na datação das formações rochosas que os contêm, citando exemplos. A aplicabilidade dos princípios da sobreposição, da continuidade lateral e da identidade paleontológica na datação relativa de rochas sedimentares, lembrando também o princípio do actualismo e a cronologia radiométrica (assuntos já abordados no 10º ano).</p> <p>As grandes divisões da escala de tempo geológico, familiarizando os alunos com as Eras e as grandes perturbações que, no decurso dos tempos geológicos, afectaram os biomas terrestres.</p> <p>A classificação das rochas magmáticas com base no ambiente de consolidação dos magmas.</p>	<p>A realização de exercícios ou a utilização de exemplos que não se limitem a fazer uso apenas dos princípios estratigráficos estudados. Por outro lado, deve ser limitado o âmbito destes exercícios apenas às situações mais simples, incluindo unicamente referências a intrusões, falhas e dobras.</p> <p>Outras divisões do calendário geológico para além das Eras, salvo em situações de necessidade de consulta do calendário geológico.</p> <p>O estudo descontextualizado das rochas magmáticas sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p>	<p>Estrato (tecto e muro) e sequência estratigráfica.</p> <p>Princípios da sobreposição, da continuidade lateral e da identidade paleontológica. Calendário geológico a nível das Eras.</p> <p>- Composição dos magmas (pobres em sílica, ricos em sílica, magmas com composição intermédia). - Diferenciação magmática/cristalização fraccionada. - Minerais. Matéria cristalina. Isomorfismo e polimorfismo.</p>	<p>8</p>
---	--	--	--	---	--	----------

<p>2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.</p>			<p>As características que distinguem os diferentes tipos de rochas magmáticas propostas, especialmente no que respeita à cor, à textura e à composição mineralógica.</p> <p>A ideia de que as dobras e falhas resultam de tensões sofridas pelas rochas.</p>	<p>Outras classificações das rochas magmáticas para além da classificação proposta.</p> <p>O estudo de outras rochas magmáticas além das referidas.</p> <p>A referência a dobras não cilíndricas.</p>	<p>- Rochas magmáticas, plutónicas e vulcânicas (basalto, gabro, andesito, diorito, riolito, granito). Caracterização com base na cor, na textura (granular e agranular) e na composição mineralógica e química.</p> <p>Comportamento dos materiais: frágil e dúctil. Elementos de falha (tecto, muro, plano de falha, rejecto vertical). Direcção e inclinação das falhas Falhas: normais, inversas e desligamentos. Dobras. Elementos caracterizadores das dobras (eixo de dobra, charneira, flancos e superfície axial). Anticlinal e sinclinal. Antiforma, sinforma e dobra neutra.</p>	<p>4</p>
<p>2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.</p>			<p>As mudanças mineralógicas e texturais (foliação) provocadas pelos factores de metamorfismo durante a génese das rochas metamórficas.</p>	<p>O estudo descontextualizado das rochas metamórficas sem relação directa com o processo que presidiu à sua formação e com os ambientes geodinâmicos em que se produzem.</p>	<p>Metamorfismo. Factores de metamorfismo (tensão litostática e tensão não-litostática, temperatura e fluidos).</p>	<p>4</p>

<p>3. Exploração sustentada de recursos geológicos.</p>			<p>O conceito de recurso renovável e de recurso não renovável e a necessidade de uma exploração equilibrada dos recursos geológicos, dado o seu carácter limitado e finito.</p> <p>A relação entre a excessiva utilização de alguns recursos e as alterações dos ecossistemas e provavelmente do clima.</p>	<p>Referência a outros tipos de texturas para além da foliada e não foliada.</p> <p>Referências a outros tipos de metamorfismo, além do de contacto e do regional.</p> <p>O estudo das séries e das seqüências metamórficas, assim como de fácies metamórficas.</p> <p>Um tratamento exaustivo do estudo da energia nuclear.</p>	<p>Mineral. Recristalização química. Minerais índice.</p> <p>Tipos de metamorfismo (de contacto e regional).</p> <p>Rochas metamórficas (corneanas, quartzitos e mármore e xistos argilosos, ardósias, filitos, micaxistos e gnaisses).</p> <p>Recursos renováveis e não renováveis.</p> <p>Recursos e reservas.</p> <p>Energia geotérmica. Minério e ganga. Propriedades e aplicações do calcário, da areia, do granito, do basalto e do xisto como materiais de construção e de ornamentação.</p> <p>Aquífero (porosidade e permeabilidade). Zonas de um aquífero (saturação, aeração e nível hidrostático). Aquífero livre e aquífero cativo.</p>	<p>8</p>
---	--	--	---	--	--	----------

			<p>A importância de alguns recursos geológicos como matérias primas (construção e indústria) e como fontes de energia.</p> <p>Os problemas associados às disponibilidades e necessidades de água e, em particular, a sobre-exploração de águas subterrâneas.</p>		<p>Exploração sustentada de recursos geológicos.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

### 3. Situações-problema

Para cada assunto (bacias hidrográficas, zonas costeiras e zonas de vertente) são apresentadas algumas sugestões de situações-problema. Os professores devem escolher apenas uma das sugestões, ou formularem uma outra que se adapte aos temas propostos e que, simultaneamente, pela sua actualidade e/ou expressão local e nacional, seja significativa para os alunos.

#### **A - Bacias hidrográficas (1.1) – Inundações em meio fluvial e influência humana.**

- Teria sido possível reduzir as consequências das grandes inundações registadas nos arredores de Lisboa na década de 60 que destruíram edifícios e causaram vítimas? Que tipo de situações deveriam ter sido acauteladas para minimizar as perdas e proteger as propriedades?

- Uma determinada região sofreu durante anos os efeitos de grandes cheias. Com a construção de uma barragem a montante foi possível controlar o problema, mas a quantidade de sedimentos transportados e depositados pelo rio foi reduzida. Poderá este aspecto causar outro tipo de problemas?

- A exploração de inertes em alguns rios como o Douro, o Cávado, o Ave e o Lima, por exemplo, tem sido intensa e provocado efeitos negativos sobre a própria dinâmica destes rios. Se bem que esta extracção tenha interesse económico e melhore a navegabilidade daqueles cursos de água, será possível precaver os problemas que podem advir daquela actividade?

#### **B – Zonas costeiras (1.2) – Ocupação antrópica da faixa litoral**

- Será que o mar acabará mesmo por destruir determinadas povoações ou praias do litoral do nosso país, ignorando as barreiras artificiais de protecção?

- A faixa litoral portuguesa, por exemplo a algarvia, é um local procurado para a implementação de estruturas de lazer e recreio. Como conciliar esta tendência de expansão urbanística com a preservação do litoral?

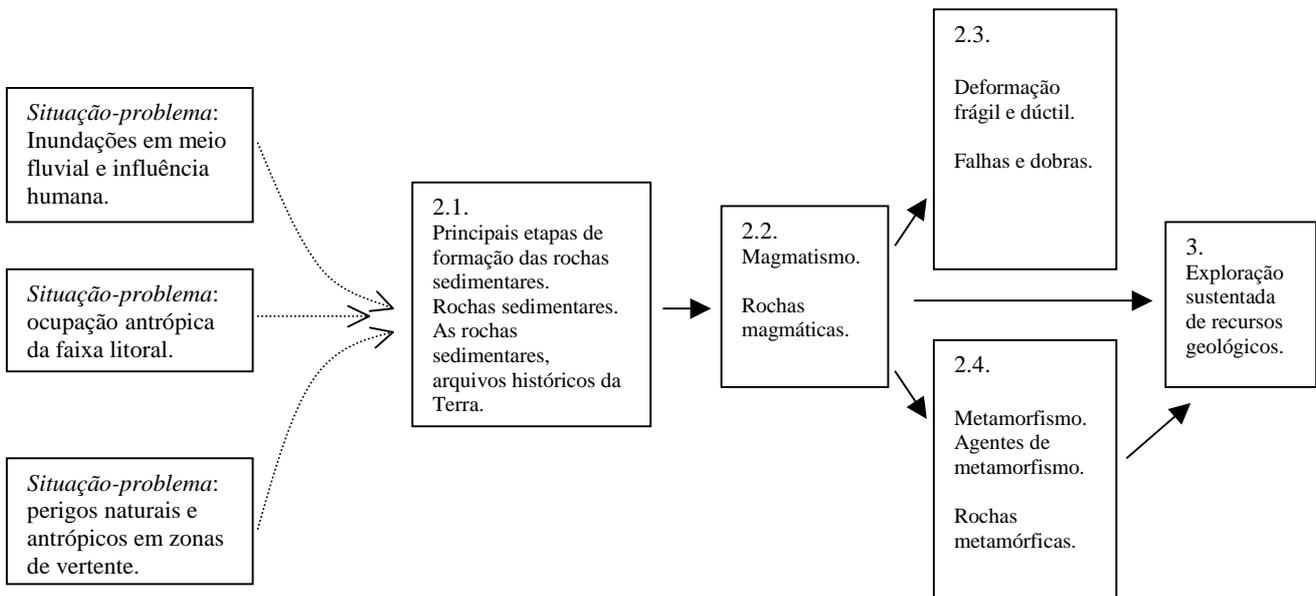
#### **C – Zonas de vertente (1.3) – Perigos naturais e antrópicos.**

- Os movimentos em massa observados numa determinada região provocaram inúmeras perdas materiais. Que causas antrópicas poderão ter estado associadas a este fenómeno?

- A construção de vias de comunicação exige, muitas vezes, cuidados especiais com a consolidação de vertentes. Que soluções, em termos de florestação e de canalização de águas da chuva, foram adoptadas em determinado troço de estrada para não colocar em risco os automobilistas?

#### 4. Carta de exploração geral do Tema IV

Na carta de exploração geral sugerem-se alguns dos caminhos que poderão ser seguidos na exploração dos diversos conteúdos programáticos. Consideramos que o programa deve ser sempre iniciado pela análise das situações-problema seguido, de imediato ou em simultâneo, pelo estudo da sedimentação. A partir desse ponto, porém, vários percursos podem ser escolhidos.



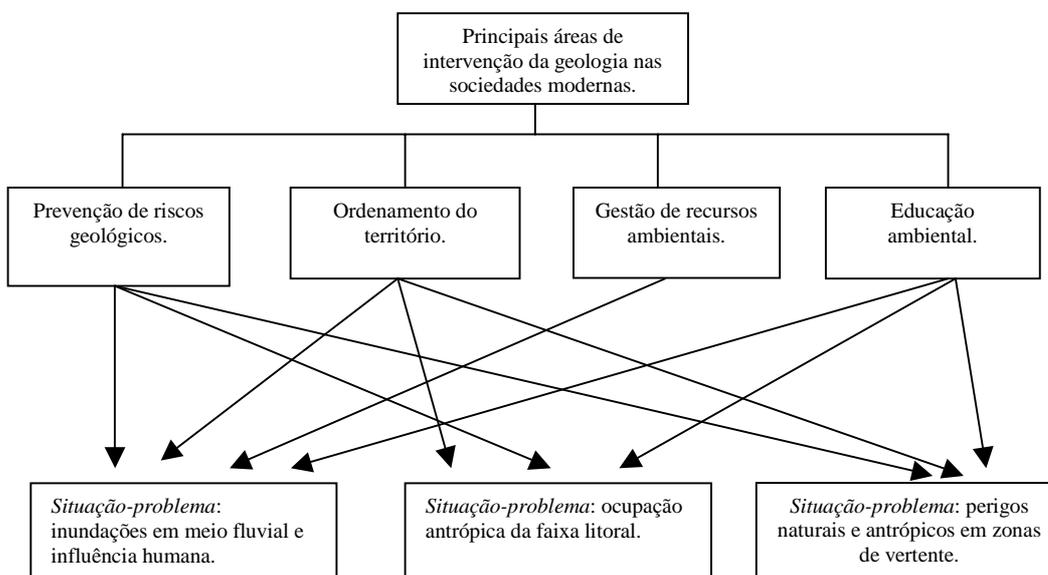
**Documento 1 - 1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento. 1.1 Bacias hidrográficas (Análise de uma situação-problema). 1.2 Zonas costeiras (Análise de uma situação-problema). 1.3 Zonas de vertente (Análise de uma situação-problema)**

**A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos**

A pressão antrópica excessiva tem contribuído para desequilibrar profundamente os sistemas superficiais. O aumento da população determina maiores necessidades em termos de superfícies agrícolas, acarretando, por sua vez, problemas de desflorestação e exploração exaustiva dos solos. Por outro lado, também crescem as superfícies ocupadas por zonas urbanas e vias de comunicação, o que se traduz numa impermeabilização destas superfícies por camadas de betume, cimento, etc. o que dificulta as interações entre o subsolo, a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera. São, na verdade, inúmeros os problemas resultantes da acção antrópica sobre a superfície terrestre que podem ser identificados e para a resolução dos quais a geologia pode fornecer contribuições significativas. A escolha de três situações-problema associadas à ocupação antrópica de leitos de cheia e extracção de inertes, à ocupação antrópica de zonas costeiras e à construção em zonas de vertente, pode fornecer um ponto de partida importante para o estudo dos processos e materiais geológicos, em paralelo com a construção de uma consciência ambiental necessária ao cidadão do século XXI.

Nota: As situações-problema escolhidas devem ter significado para os alunos, seja pela sua localização, seja pela divulgação que o assunto recebeu em tempo próximo.

**B. Carta de exploração**



**C. Sugestões metodológicas**

C1. Realização de uma actividade de campo com o objectivo de analisar *in loco* uma determinada situação-problema.

C2. Criar modelos e simular em laboratório situações de deslizamento de terrenos, tentando identificar os factores que contribuem para a sua ocorrência. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os eventos.

C3. Pesquisa de informação através da *Internet*, de jornais e de revistas sobre as consequências das referidas situações para as populações.

C4. Observação e interpretação de situações concretas apresentadas em projecções de filmes-vídeo ou de diapositivos.

C5. Consulta de alguns *sites* que podem fornecer informação actualizada sobre estes assuntos:

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

Neste sítio, do *Serviço Nacional de Protecção Civil*, podem ser encontradas informações actualizadas sobre riscos naturais.

<http://www.diramb.gov.pt>

Este sítio possui uma base de dados que permite consultar legislação relacionada, por exemplo, com a preservação do ambiente, o ordenamento do território e os riscos naturais.

<http://www.brgm.fr>

Sítios da responsabilidade do Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Apresenta acções realizadas em França e noutros países no domínio dos riscos naturais.

<http://geohazards.cr.usgs.gov/>

Este sítio, do *US Geological Survey*, disponibiliza informação sobre riscos naturais, apresentando casos concretos relativos à América do Norte.

C6. Análise e discussão de textos relativos à Geologia Ambiental, tida como domínio da Geologia que analisa as interacções entre o homem e o ambiente físico, por isso domínio especializado multi e pluridisciplinar que centra as suas investigações na Humanidade:

- Soares de Carvalho, G. (1982). Princípios e alguns problemas da Geologia Ambiental. *Geonovas*, nº4.
- Soares de Carvalho, G (1985). A Evolução do Litoral. Conceito e Aplicações. *Geonovas*, nº 8/9.
- Soares de Carvalho, G. (2000). Desprendimentos de Terras, um Campo de Intervenção da Geologia Ambiental. *Geonovas*, nº 14.
- Lourenço, J. M. (1999). A Geologia nos Instrumentos de Ordenamento do Território. *Geonovas*, nº13.
- Barbosa, B. *et al.* (1999). Importância da Geologia na Defesa do Património Geológico, no Geoturismo e no Ordenamento do Território. *Geonovas*, nº13.
- Saraiva, A. L. A. *et al.* (1999). A Geologia, a Geotecnia e o Ambiente. *Geonovas*, nº 13.
- Alveirinho Dias, J. M. (1990). A Evolução Actual do Litoral Português. *Geonovas*, nº11.

Sugere-se ainda a consulta do nº 11 da revista *Geonovas*, 1989, dedicado à Geologia e Ambiente.

- O descalçamento de fundações de pontes, a destruição de praias fluviais e a erosão acelerada das margens dos rios são, entre outros, aspectos negativos do impacte ambiental produzidos pela exploração de inertes no leito dos rios. Estes efeitos podem ser bastante reduzidos se se tiverem em conta alguns cuidados, como se pode depreender pela análise do texto que se sugere:

- Caetano Alves, A. (1991). A problemática da extracção de inertes no leito dos rios. *Geonovas*, nº2.

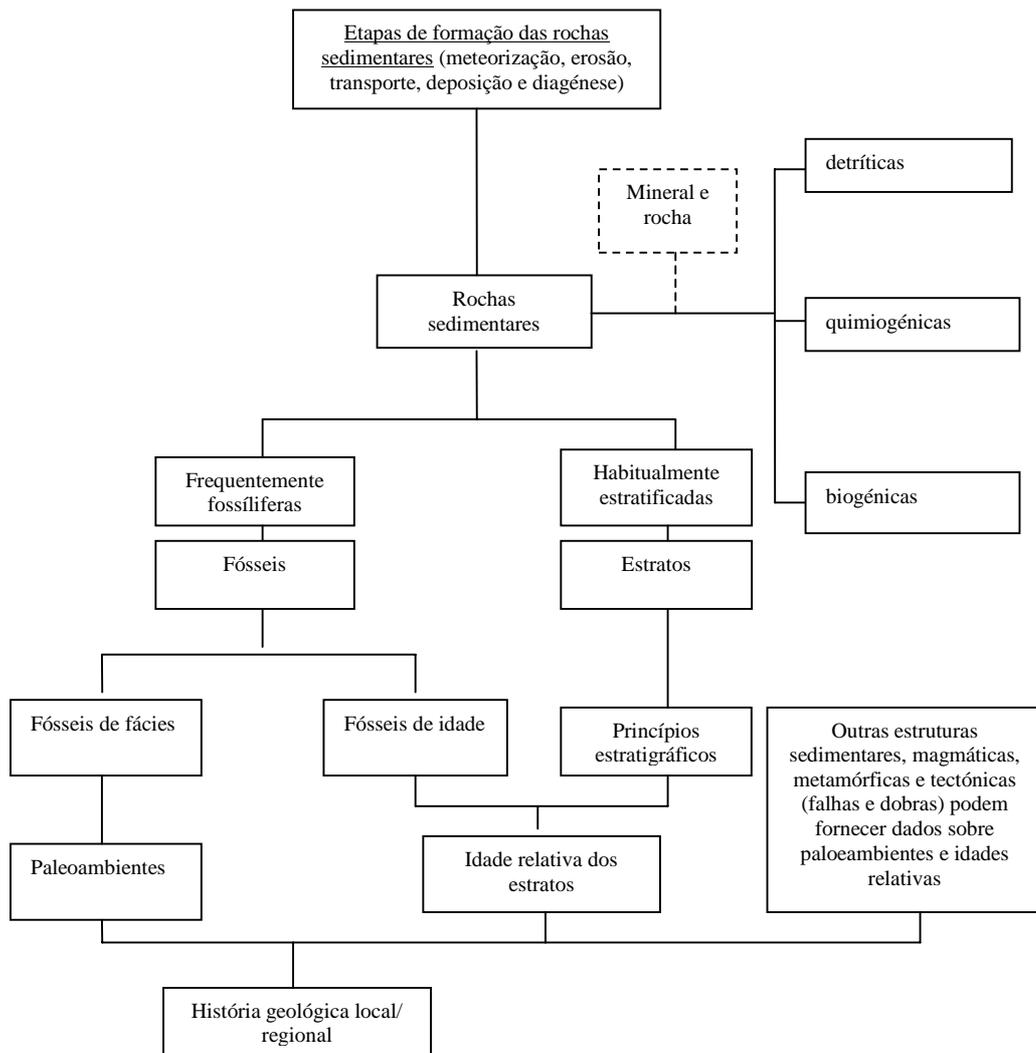
**Documento 2 - 2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.**

**A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos**

As três situações-problema propostas permitem estabelecer facilmente ligações com o estudo das diferentes etapas de formação (meteorização, erosão, transporte, deposição e diagénese) das rochas sedimentares (detriticas, quimiogénicas e biogénicas).

As rochas sedimentares, quer pela sua disposição em estratos quer pelo seu conteúdo em fósseis, são verdadeiros “arquivos” da história da Terra. Da sua “leitura” e interpretação podem inferir-se alguns dos acontecimentos que afectaram a história geológica de uma região, pressupondo uma escala de tempo a que os mesmos podem ser referidos. Admite-se, assim, a determinação de uma idade relativa com base numa escala de “antes e depois”, de forma a ordenar qualquer sucessão de eventos no tempo geológico. Parte-se, pois, de um princípio que, apesar da sua simplicidade, relaciona as variáveis rocha/espaco-tempo: o princípio a sobreposição. As unidades rochosas de origem sedimentar apresentam, por sua vez, com frequência e em quantidade variada, fósseis que constituem um dos instrumentos mais valiosos para a determinação da idade relativa das rochas, para além de contribuírem para o estudo da história da vida sobre a Terra e das condições ambientais que dominaram a sua existência.

**B. Carta de exploração**



### C.Sugestões metodológicas

C1. Observação comparativa de amostras de rochas meteorizadas e amostras de rochas não meteorizadas. Esta actividade pode ser complementada pela observação das rochas alteradas a partir de exemplos arquitectónicos e escultóricos.

C2. Experiências que simulam, na superfície terrestre, a acção, o armazenamento e a circulação da água e do petróleo no subsolo e alguns fenómenos químicos associados à alteração de algumas rochas sedimentares.

Experiências deste tipo são descritas com pormenor no livro *La Terre – 50 expériences pour découvrir notre planète*, referenciado na bibliografia. No sítio *Geopor na escola* (<http://www.geopor.pt/gne/index.html>) podem também ser encontradas diversas sugestões de actividades práticas. Embora este tipo de actividades práticas possam ser desenvolvidas unicamente com carácter ilustrativo aconselha-se o seu enriquecimento didáctico, com a introdução de questões sobre os resultados obtidos, com a alteração das condições iniciais e realização de novas experiências, com a discussão das relações entre os modelos experimentais e a realidade, etc. Nota: Sugere-se também a consulta de Geology Labs On-Line (<http://vcourseware5.calstatela.edu/>).

C3. Através da análise de amostras e/ou de ilustrações relacionar fósseis de fácies com paleoambientes, bem como fósseis de idade com a datação dos estratos.

C4. Aplicação dos princípios estratigráficos na resolução, com lápis e papel, de alguns problemas de datação relativa.

C5. Observação de amostras de rochas sedimentares, visando a identificação de algumas características como a composição e a textura. Nesta observação deve apelar-se à inter-relação de escalas de observação distintas: paisagem, afloramento e amostra de mão.

C6. Observação *in situ* de areias numa praia. Recolha de amostras em vários locais da praia. Estudo em laboratório da composição e granulometria das areias. Sugere-se a consulta de:  
Obrador, A. e Estrada, R. (2002). Del sedimento arenoso a la roca. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.1, 78-83.

C7. Visitas de estudo a museus de História Natural com salas de Paleontologia/Estratigrafia.

C8. Criação de um pequeno museu de Geologia na escola.

C9. Actividades de campo desenvolvidas com base num modelo que inclua três fases: uma fase prévia de preparação, a saída de campo e uma fase posterior de trabalho. Aconselha-se, relativamente a este tipo de actividades, a consulta de:

- Orion, N. (2001). A educação em Ciências da Terra: da Teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem. In *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

- Rebelo, D. e Marques, L. (2000). O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores: Situação Exemplificativa para o Cabo Mondego. In *Cadernos Didácticos – Série Ciências*, n 4.

C10. Consulta e pesquisa em *sites* que disponibilizam informação relacionada com este tipo de conteúdos:

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

Sítio do Instituto Geológico e Mineiro (IGM) onde além de muita outra informação é possível encontrar um sector dedicado às *Geociências na Escola*. Na *Litoteca de portas abertas* podem ser encontradas publicações *on-line* especialmente dirigidas para jovens. É ainda possível encontrar neste sítio a “Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra”.

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

Este sítio além de ser um importante meio de contacto e de troca de informação entre a comunidade de geólogos portugueses possui também um sector dedicado ao ensino da geologia. Recomenda-se a utilização das informações, das sugestões e mesmo dos serviços (geocábulas) prestados por este sítio. Chama-se também a atenção para a consulta do Quadro – História da Terra (Pais, J.) <http://www.geopor.pt/imagens/HTerra.JPG>.

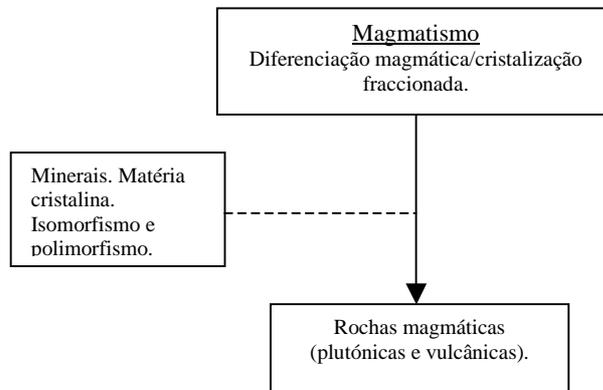
## Documento 3 – 2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.

### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos

O magmatismo é um processo geológico particularmente significativo nos limites divergentes e nos limites convergentes (zonas de subducção), embora também se verifique em zonas sem relação directa com os processos que ocorrem nas fronteiras das placas.

No nosso país afloramentos de rochas magmáticas condicionam, nalgumas regiões, as paisagens, os solos, o tipo de ocupação humana, a agricultura, a fauna e a flora.

### B. Carta de exploração



### C. Sugestões metodológicas

C1. O estudo da estrutura interna da matéria cristalina pode ser abordado através de pequenas experiências que permitam obter cristais em laboratório, como por exemplo:

- dissolver cloreto de sódio em água e provocar a evaporação em diferentes condições possibilitando a observação da forma dos cristais e a verificação de como essas condições afectam o seu desenvolvimento;
- fundir enxofre num cadinho e provocar, em seguida, o seu arrefecimento lento e rápido, o que permite interpretar a maneira como o magma, ao arrefecer, pode originar cristais mais ou menos desenvolvidos;
- sublimar naftalina em “banho de areia” e provocar o arrefecimento numa cartolina preta (ou dissolver nitrato de potássio e deixar arrefecer) permite verificar como se arranjam diferentemente os edifícios cristalinos.

Salientar que, embora alguns processos experimentais de formação de “cristais” sejam diferentes, em todos se observa a desagregação, nas suas partículas, das substâncias a cristalizar, as quais se reagrupam, posteriormente, constituindo os edifícios cristalinos. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre as actividades sugeridas e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos. Nota: ter em atenção as condições de segurança exigidas em trabalho de laboratório (consultar *Manual de Segurança de Laboratórios Escolares – DES*).

Bibliografia específica:

- Carvalho, R. (1980). *A estrutura cristalina (Cadernos de iniciação científica)*. Lisboa: Livraria Sá da Costa
- Prost, A. (1999). *La Terre. 50 expériences pour découvrir notre planète*. Paris: Belin.
- BM/NH (1990). *Crystals*. Londres: British Museum (Natural History). Nota: existe uma tradução espanhola desta publicação: *Los cristales*, 1994, Ed. Akal.

C2. Construção de modelos simples de estruturas cristalinas com o objectivo de facilitar a passagem do espaço bidimensional ao tridimensional, podendo, ao mesmo tempo, relacionar-se as estruturas internas com algumas propriedades físicas presentes nos minerais.

C3. Observação de amostras de mão de diferentes minerais acompanhada de observações ao microscópio petrográfico de lâminas delgadas. No sítio <http://www.dct.uminho.pt/rpmic/interactividade/index.html> - Rochas de Portugal ao microscópio – pode ser simulada a observação microscópica de rochas portuguesas. Sugere-se ainda a consulta dos seguintes sítios:

The Mineral Gallery (<http://mineral.galleries.com/>)

Rochas ígneas e metamórficas (<http://www.geolab.unc.edu/Petunia/IgMetAtlas/mainmenu.html>).

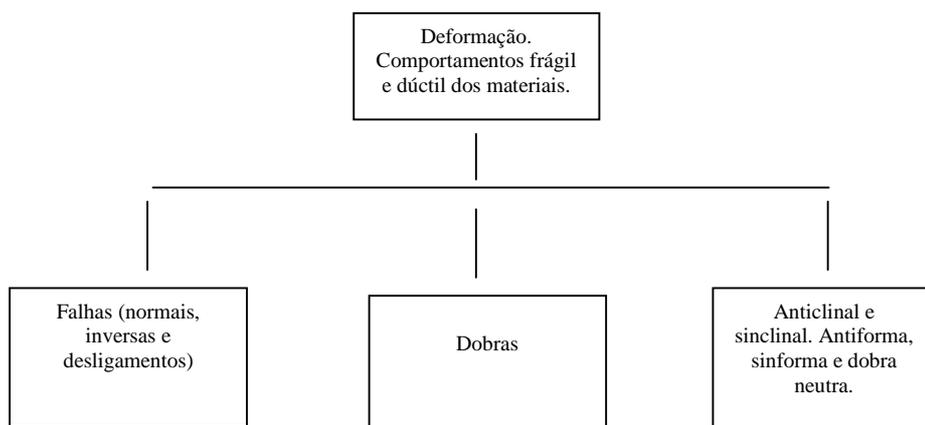
#### **Documento 4 – 2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.**

##### **A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos**

Como consequência da mobilidade da litosfera as rochas são deformadas e deslocadas. Dependendo do tipo de materiais e dos factores actuantes podem resultar diferentes tipos de estruturas tectónicas.

Algumas das estruturas, como falhas e dobras, podem ser observadas com relativa facilidade nas arribas de algumas zonas do litoral do nosso país, assim como noutros locais.

##### **B. Carta de exploração**



## A. Sugestões metodológicas

C1. Medição do comportamento dos materiais em função da intensidade e do tempo de aplicação de forças mecânicas, assim como da variação da temperatura e da pressão. Tendo por base a utilização de um dinamómetro e utilizando diversos materiais é possível desenvolver inúmeras actividades.

C2. Estudo através de um modelo analógico (caixa de deformação) do processo de formação de dobras e falhas. 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.

Para mais informações consultar:

- Mateus, A. e Alves, J. M. (2000). Comportamento mecânico de materiais: da colher de sopa às dobras do Pomarão. In *Ensino Experimental das Ciências – Materiais Didácticos 1*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Mateus, A. (2000). Sobre a visualização tridimensional do relevo e a execução de blocos diagrama. In *Ensino Experimental das Ciências – Materiais Didácticos 2*, Lisboa: Ministério da Educação.

- Fonseca, P. E., Ribeiro, L. P., Caranova, R. e Filipe, P. (2001). Experimentación analógica sobre el desarrollo de un diapiro y la deformación producida en las rocas encajantes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9.3, 270-276.

C3. Consulta de sítios ou de Cd-Rom (s) que disponibilizem imagens de estruturas geológicas.

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

No Geoimagens do Instituto Geológico e Mineiro (IGM).

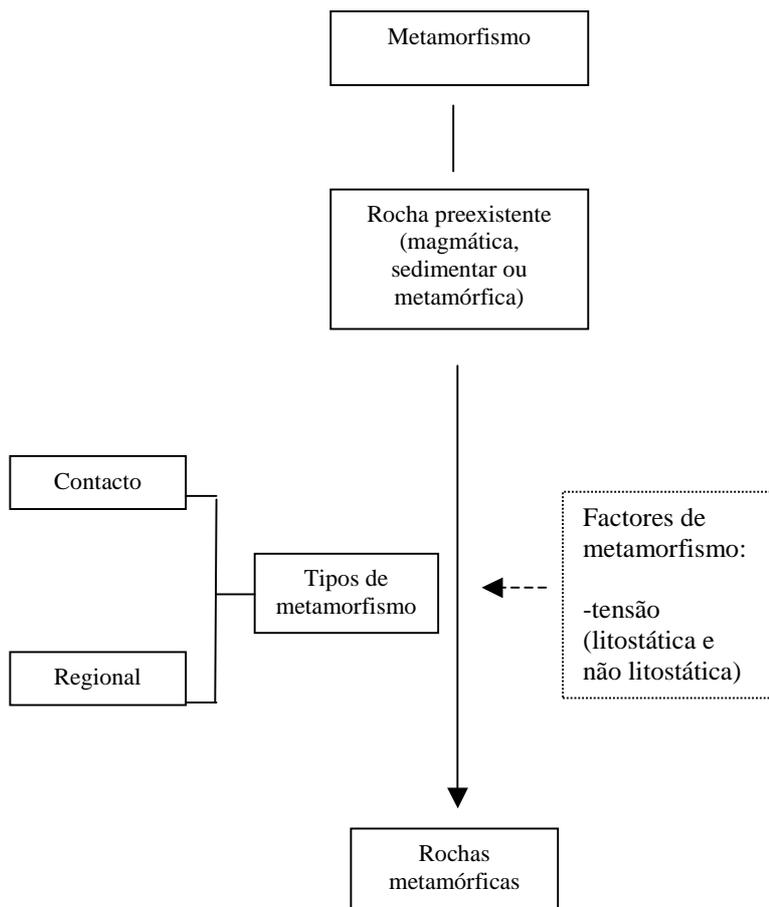
Cd-Rom La Vuelta al aula en 256 Geoimágenes (Recursos visuales para una clase de Geología), de Anguita, F., Anguita, J., Berjillos, P. e Sánchez, E.

## Documento 5 – 2.4 Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamórficas.

### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos

A reciclagem permanente das rochas é possível em virtude da importante actividade tectónica terrestre que ocorre, nomeadamente, nas zonas de subducção, nas zonas de colisão de placas e nas intrusões magmáticas. Todos estes eventos vão alterar a pressão e a temperatura na crosta terrestre e originar, por exemplo, rochas metamórficas.

### B. Carta de exploração



### C. Sugestões metodológicas

C1. Observação de amostras de rochas onde seja possível comparar a ocorrência ou a inexistência de xistosidade. Pesquisa, em função do local onde foram recolhidas e de características observáveis, do tipo de metamorfismo a que foi sujeita a rocha original.

C2. Observação de amostras de mão de diferentes minerais acompanhada de observações ao microscópio petrográfico de lâminas delgadas. No sítio <http://www.dct.uminho.pt/rpmic/interactividade/index.html> - Rochas de Portugal ao microscópio – pode ser simulada a observação microscópica de rochas portuguesas.

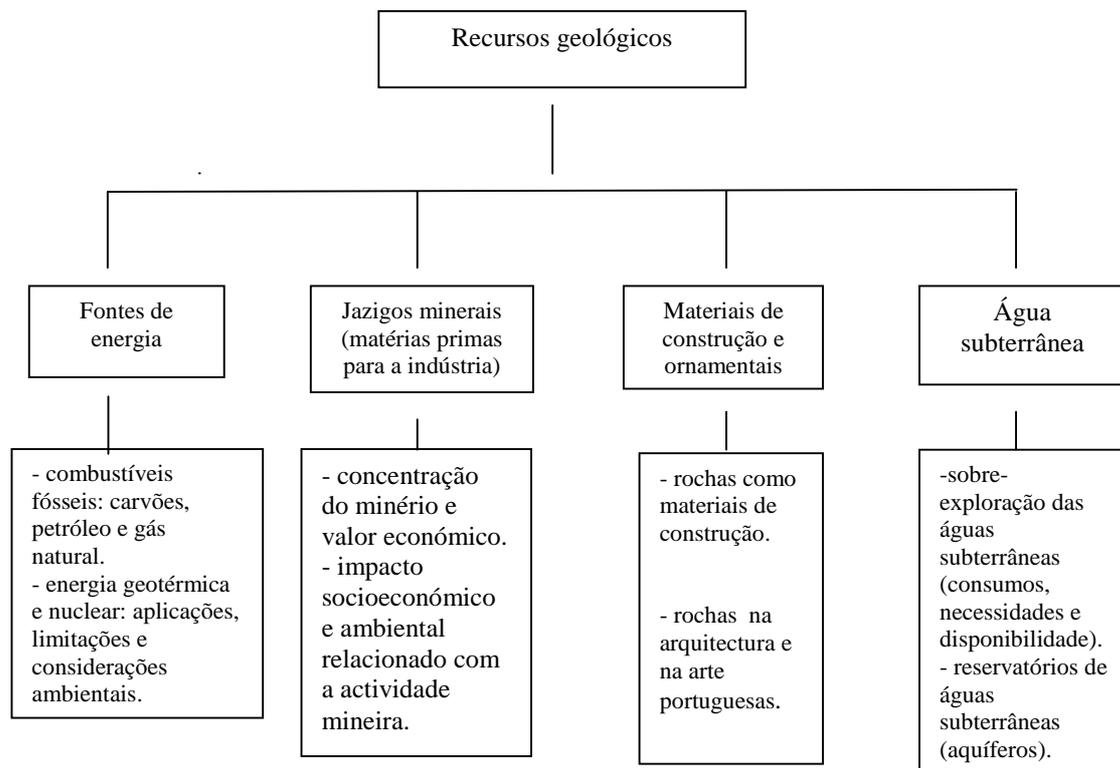
### Documento 6 – 3. Exploração sustentada de recursos geológicos

#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível dos problemas propostos

A Geologia não é uma ciência puramente teórica e especulativa, pelo contrário, tem uma aplicação directa em grande número de actividades humanas, de que se salienta, entre outras, a localização e a exploração sustentadas de fontes naturais de energia de minerais e rochas e de águas subterrâneas. Alguns destes recursos, em particular, as fontes de energia, são classificados como renováveis, como a energia geotérmica, e não renováveis, como os combustíveis fósseis e a energia nuclear.

O crescimento rápido da população e a expansão industrial que lhe está associada provocou um aumento exponencial da exploração de recursos geológicos. Uma exploração sem limites poderá conduzir à exaustão de muitos desses recursos, pelo que se deve ter presente a necessidade de uma exploração sustentada.

#### B. Carta de exploração



### Sugestões metodológicas

C1. Análise de dados estatísticos relativos à exploração e valor económico de matérias-primas minerais, assim como de recursos energéticos. Nota: Aconselha-se a consulta, entre outras, das seguintes publicações do IGM (Instituto Geológico e Mineiro): *Recursos geotérmicos em Portugal Continental*, 1998; *Exploration and Mining*, 2000; *Ornamental Stones*, 1997; *Indústria Extractiva em diferentes regiões de Portugal*, 2000.

C2. Visita a instalações de produção de energia e a empresas industriais de fabrico de cimento, de vidro e de cerâmica.

C3. Visitas a minas e/ou pedreiras em laboração e a museus ou parques mineiros recuperados, como os do Lousal e da Cova dos Mouros (Alentejo). Nota: as visitas a pedreiras quer estejam abandonadas quer estejam em laboração devem ser preparadas cuidadosamente em termos de segurança.

C4. Quando retiradas do seu meio natural as rochas, como muitas das utilizadas nos monumentos portugueses (granitos, calcários, mármore, basaltos e brechas, entre outras), apresentam problemas de degradação complexos. Depois de diagnosticados e estudados é possível um conjunto de intervenções no sentido da conservação, restauro e protecção das rochas que constituem o nosso vasto e rico património arquitectónico. Sugere-se, assim, a consulta e análise de texto e imagens da obra, Aires-Barros, L. (2001). *As rochas dos monumentos portugueses, tipologias e patologias*. Lisboa: IPPAR

C5. Análise de informação contida em rótulos de águas engarrafadas, localizando as águas em termos geográficos e geológicos. Realização de provas gustativas e testes simples de análise da dureza e da condutividade eléctrica de várias amostras de águas engarrafadas, relacionando as suas características com o contexto geológico. Sugere-se a consulta de:

Gassiot, X. (2002). Analisis y cata de aguas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.1, 47-51.

C6. Consulta de alguns sítios que podem fornecer informação actualizada sobre estes assuntos.

<http://www.igm.pt>

Sítio do Instituto Geológico e Mineiro (IGM) onde é possível encontrar informação sobre recursos naturais.

<http://www.brgm.fr>

Sítio da responsabilidade do Bureau des Recherches Géologiques et Minières (BRGM), apresenta informação sobre recursos no subsolo, incluindo aspectos de hidrogeologia.

<http://geology.usgs.gov/index.shtml>

Sítio do US Geological Survey onde se referem aspectos à gestão do subsolo.

<http://www.riotinto.com/>

Sítio de informação de uma companhia mineira importante a nível mundial.

## *Bibliografia*

## Componente de Biologia

- Cachapuz, A. (Org.) (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. Porto: CEEC.

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

- Carvalho, A. et al (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*. Almedina: Coimbra.

Livro de texto em que se tratam, de modo sintético, alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. A obra é bastante acessível para professores.

- Junqueira, L. C. & Carneiro, J. (1990). *Histologia Básica* (7ª Ed.). Editora Guanabara: Rio de Janeiro.

A obra apresenta de forma clara e concisa aspectos da histologia funcional. Aspectos de biologia celular e molecular são mobilizados para a descrição do funcionamento dos tecidos e órgãos. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias.

- Junqueira, L. C. & Carneiro, J. (2000). *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.). Editora Guanabara: Rio de Janeiro.

Texto acessível, acompanhado de esquemas e/ou fotografias. Apresenta, no início de cada capítulo, um roteiro dos principais assuntos a abordar, o que facilita a sua utilização.

- Leite, L. (2000). As actividades Laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Manuel Sequeira et al (org.) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Texto fundamentado que constitui um importante contributo para aprofundar o significado dos termos *trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo*, bem como as questões que rodeiam a avaliação das aprendizagens que decorrem dos trabalhos laboratoriais.

- Lewis, R. (1997). *Human Genetics – Concepts and Applications* (2ª Ed.). Dubuque: WCB Publishers.

Trata-se de um texto de aprofundamento. Aborda aspectos básicos de hereditariedade (DNA, genes e leis de Mendel), genética de populações, genética relacionada com imunidade e cancro, bem como aplicações tecnológicas dos conhecimentos de genética. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias a cores e frequentes quadros ou tabelas resumo; alguns capítulos incluem dados de natureza histórica relativos a avanços científicos e tecnológicos;

- Margulis, L. & Schwartz, K. (1998). *Five Kingdoms: an Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth* (3rd Ed.). New York: WH Freeman & Co.

Obra de referência que tem por base a proposta de classificação de Whittaker, ulteriormente modificada. Define e caracteriza os reinos e respectivos filos em que se classificam os seres vivos, sendo o esquema de classificação baseado em dados paleontológicos e moleculares. Na sua secção introdutória apresenta, de forma breve, alguns aspectos básicos para a compreensão do processo de classificação dos seres vivos, tais como, “perspectiva histórica dos sistemas de classificação”, “as células dos diferentes reinos” e “ciclos de vida”, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

- Moreira, M., Buchweitz, B. (1993). *Novas Estratégias de Ensino e Aprendizagem – os mapas conceptuais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Obra para professores. Apresenta os mapas conceptuais e o “Vê” epistemológico como interessantes recursos educativos que podem ser utilizados no ensino, na avaliação e na análise do currículo.

- Novak, J. Gowin, B. (1999). *Aprender a aprender* (2ª ed.). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Trata-se de uma obra para professores. Neste livro analisam-se, fundamentam-se e aprofundam-se os mecanismos do processo de estruturação do conhecimento, os bloqueios de aprendizagem, os factores de sucesso e a aprendizagem significativa. Discutem os fundamentos subjacentes à utilização de mapas de conceitos e “Vês” de Gowin como instrumentos heurísticos, apresentando também diversos exemplos que clarificam as suas potencialidades em contexto de ensino-aprendizagem.

- Price, P. (1996). *Biological Evolution*. New York: Saunders College Publishing.

Trata-se de um texto de aprofundamento. O leitor pode encontrar capítulos sobre “Darwin, sua vida e teoria”, “Conceitos de Espécie e Origem de novas espécies”, “Origem da vida e aparecimento dos eucariontes”, “Dos eucariontes aos fungos, animais e plantas”, “Radiação Adaptativa”, “Evolução Humana”, “Classificação Biológica” e “Evolução Neodarwiniana”, entre outros.

- Olivares, E. (1998). *Cómo se hace?- Los contenidos procedimentales en Ciencias Experimentales en Secundario*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones.

Este livro, para professores destina-se a aprofundar saberes da didáctica das ciências. Encontra-se dividido em quatro pequenas compilações: 1- Contém aspectos gerais e apresenta o livro; 2- Explora actividades de leitura e escrita em ciências; 3- Apresenta exemplos de actividades centradas na resolução de problemas e 4- Enfatiza procedimentos de investigação.

- Matthey, W., Della Santa, E., Wannemacher, C. (1984). *Manuel Pratique d'Ecologie*. Lausanne: Payot.

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

- Sequeira, M. Et al (org.) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

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

- Stiefel, B. (2001). *Historia de la Ciencia – Sorpresa y Creatividad en los descubrimientos científicos*. Madrid: Narcea, S. A. Ediciones.

Obra organizada em três diferentes capítulos, um destinado ao professor e os outros dois destinados aos alunos, com propostas de textos e actividades de interpretação acerca dos cientistas e dos trabalhos desenvolvidos que serviram de suporte às teorias formuladas.

- Veríssimo, A., Pedrosa, A. & Ribeiro, R. (Coord.) (2001) *Ensino Experimental das Ciências: (re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário.

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

- Vodopich, D. S., Moore, R. (1996). *Biology Laboratory Manual* (4ª Ed). Boston: McGraw-Hill Companies. Inc.

Manual de laboratório. Contém propostas de protocolos laboratoriais que poderão ser úteis para a preparação das actividades

## *Recursos (aditamento aos referidos no Programa de 10º Ano)*

### Sites

Páginas com conteúdos sobre evolução biológica.

<http://www.serpentfd.org/>  
[http://www.terra.es/personal/cxc\\_9747/EvolucionBiologica.html](http://www.terra.es/personal/cxc_9747/EvolucionBiologica.html)  
<http://www.pbs.org/wgbh/evolution/>  
<http://www.agner.org/evolution/>  
<http://www.talkorigins.org/origins/faqs-evolution.html>

Páginas com conteúdos sobre classificação de seres vivos.

<http://anthro.palomar.edu/animal/kingdoms.htm>

[http://www.sidwell.edu/us/science/vlb5/Labs/Classification\\_Lab/classification\\_lab.html](http://www.sidwell.edu/us/science/vlb5/Labs/Classification_Lab/classification_lab.html)

<http://fai.unne.edu.ar/biologia/evolucion/clasif.htm>

<http://sln2.fi.edu/tfi/units/life/classify/classify.html>

<http://www.gvta.on.ca/flora/taxonomy.html#top>

<http://web1.manhattan.edu/fcardill/plants/intro/test.html>

Páginas com conteúdos sobre classificação de seres vivos.

<http://www.cientic.com/>

[Página em português com conteúdos sobre evolução e classificação. Possui outros recursos didáticos como imagens de estruturas com legendas interactivas. Apresenta ainda breves notas, extraídas de jornais e revistas, sobre as últimas novidades nas Ciências.](#)

# Componente de Geologia

## 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. e 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 a sua conservação.*

- Anguita, F. (1988). *Origen y historia de la Tierra*. Madrid: Rueda.

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

- Anguita, F. (1993). *Geología Planetária*. Madrid: Mare Nostrum.

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

-Anguita, F. e 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. e 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 didáctico das actividades práticas no ensino das Geociências, reflectindo sobre os seus objectivos e características.*

- Brahic, A., Hoffert, M., Schaaf, A. e 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. e 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 eneseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la Educación Secundária*. Barcelona: ICE/HORSORI.

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

- Caron, J. M., Gauthier, A., Schaaf, A., Ulysse, J. e 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. e 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, recursos naturais e, também, geologia planetária.*

- Costa, F., Garcia, M. A.; Gameiro, M. I. e 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.*

- 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 antemessozóica.*

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

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

- 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.*

- Gardom, T. e 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, historiam os achados efectuados terminando com uma descrição dos trabalhos de reconstituição e com abundantes dados sobre diversos géneros.*

- Gass, I., Smith, P. e 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. e 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. e Kraft, M. (1990). *Volcans. Le réveil de la Terre*. Paris: Hachette.

*Dois estudiosos apaixonados legaram-nos um livro com belas imagens e descrições pormenorizadas dos muitos vulcões e regiões vulcânicas que visitaram. Na introdução historiam a antiquíssima relação do Homem com os vulcões, a destruição da "Atlântida", as sucessivas interpretações propostas para as erupções e os avanços conseguidos no seu estudo e previsão.*

*Ao longo do livro, o efeito destruidor da actividade vulcânica é frequentemente confrontado com o carácter renovador e criador de condições de vida na Terra que ela encerra. Além de aspectos menos conhecidos e espectaculares do vulcanismo são referidas a sua importância económica e a sua estreita ligação à tectónica de placas.*

- 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. *Cadernos Didácticos*, nº2. Lisboa: DES/ME.

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

- 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 EXPO98.

*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. e 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 por 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 dinossauros 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 didáticas.*

- Murck, B. e 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. e 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. e 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. e 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 – Materiais Didáticos 1*. 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. e 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. e 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. e 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. e 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. e 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.*

## **2. Outra bibliografia comentada**

- U. A. (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. Thomppson, “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.*

- Monografias de Enseñanza de las Ciências 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.

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

- Propostas de ensino e materiais didácticos para um novo programa de Geologia do 10º ano (Cd- Rom), 2002, DCT - Universidade de Coimbra.

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

### **3. Bibliografia não comentada**

- Almeida, A. (1998). *Visitas de Estudo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- 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.
- DES/ME (2001). *Cadernos Didácticos de Ciências - Volume 1*. Lisboa: autor
- DES/ME (2001). *Cadernos Didácticos de Ciências - Volume 2*. Lisboa: autor
- DES/ME (2002). *Manual de Segurança de Laboratórios Escolares (Cd – Rom)*
- Forjaz, V. H. (ed.) (1997). *Vulcão dos Capelinhos – Retrospectivos*, Vol.1. S.Miguel: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- 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.
- IGM (2002). *Livros de Actas do Congresso Internacional sobre Património Geológico e Mineiro*. Lisboa: IGM
- Machado, F. e Forjaz, V. H. (1968). *Actividade vulcânica do Faial – 1957-1967*. Porto: Comissão de Turismo do Distrito da Horta.
- Mintzes, J. J.; Wandersee, J. H. e Novak, J. D. (2000). *Ensinando ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano.
- Sagan, C. (1984). *Cosmos*. Lisboa: Gradiva.
- Serra, J. M. (coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências – Materiais Didácticos 2*. Lisboa: DES/ME.
- Wiswall, C. G. e Fletcher III, C. H. (1997). *Investigating Earth – A Geology Laboratory Text*. Dubuque, IA: Wmc.C. Brown Publishers.