

**Ministério da Educação**  
**Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular**

**ENSINO RECORRENTE DE NÍVEL SECUNDÁRIO**

**PROGRAMA DE  
BIOLOGIA E GEOLOGIA**

**10º E 11º ANOS**

**CURSO CIENTÍFICO-HUMANÍSTICO DE CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIAS**

*Autores*

Componente de Geologia

Filomena Amador

Adaptado a partir dos programas elaborados por:

Carlos Perdigão Silva  
Filomena Amador (Coordenadora)  
José Fernandes Pires Baptista  
Rui Adérito Valente

Componente de Biologia

Alcina Mendes (Coordenadora)  
Dorinda Rebelo

Adaptado a partir dos programas elaborados por:

Alcina Mendes (Coordenadora)  
Dorinda Rebelo  
Eduardo Pinheiro

Setembro de 2005

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>	3
<b>1.1 Introdução – Componente de Biologia</b>	4
<b>1.2 Introdução – Componente de Geologia</b>	5
<b>2. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA</b>	6
<b>2.1. Componente de Biologia</b>	6
2.1.1. Finalidades e objectivos gerais	6
2.1.2. Competências gerais	7
2.1.3. Visão geral do programa	7
2.1.4. Sugestões metodológicas gerais	11
2.1.5. Avaliação	11
2.1.6. Recursos	12
<b>2.2. Componente de Geologia</b>	16
2.2.1. Finalidades	16
2.2.2. Objectivos gerais	17
2.2.3. Competências gerais	19
2.2.4. Visão geral do programa	20
2.2.5. Sugestões metodológicas gerais	21
2.2.6. Avaliação	22
2.2.7. Recursos	23
<b>3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA</b>	28
<b>3.1. Desenvolvimento do programa do 10º ano</b>	28
3.1.1. Módulo 1 – Componente de Geologia	29
3.1.2. Módulo 2	56
Parte I – Componente de Geologia	56
Parte II – Componente de Biologia	73
3.1.3. Módulo 3 – Componente de Biologia	78
<b>3.2. Desenvolvimento do programa do 11º ano</b>	84
3.2.1. Módulo 4 - Componente de Biologia	86
3.2.2. Módulo 5	92
Parte I – Componente de Biologia	92
Parte II – Componente de Geologia	96
3.2.3. Módulo 6 – Componente de Biologia	105
<b>4. BIBLIOGRAFIA</b>	121
<b>4.1. Componente de Biologia</b>	121
<b>4.2. Componente de Geologia</b>	128

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A disciplina de Biologia e Geologia encontra-se inserida na componente de formação específica do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Recorrente de nível secundário. É uma disciplina bienal (10º e 11º anos), considerada estruturante para o respectivo curso, e em que o objectivo principal é expandir conhecimentos e competências relativas às áreas científicas da Biologia e da Geologia. A disciplina tem um programa nacional que se baseia no programa da disciplina de Biologia e Geologia do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias (10º e 11º ou 11º e 12º anos), do Ensino Secundário Regular.

Cada uma das componentes deste programa, Biologia e Geologia, deve ser leccionada, no conjunto dos 10º e 11º anos, com igual extensão. Assim, as 66 semanas lectivas correspondentes a esses dois anos serão divididas em partes iguais pelas duas componentes. Na tabela seguinte apresenta-se a respectiva distribuição modular e correspondente carga horária:

		Carga horária
10º Ano	<b>Módulo 1</b> - Componente de <b>Geologia</b>	33
	<b>Módulo 2</b> <b>I</b> – Componente de <b>Geologia</b> <b>II</b> – Componente de <b>Biologia</b>	15
		18
	<b>Módulo 3</b> - Componente de <b>Biologia</b>	33
11º Ano	<b>Módulo 4</b> - Componente de <b>Biologia</b>	33
	<b>Módulo 5</b> <b>I</b> – Componente de <b>Biologia</b> <b>II</b> – Componente de <b>Geologia</b>	15
		18
	<b>Módulo 6</b> - Componente de <b>Geologia</b>	33

Relativamente à gestão horária de 4,5 horas/semana, toma-se como ponto de partida que esta é organizada em três unidades lectivas de 90 minutos cada. Estas aulas deverão ser conduzidas preferencialmente num laboratório ou em sala de aula devidamente equipada para o efeito, ou num outro espaço, escolar ou não, que o professor considere apropriado para o competente desenvolvimento das actividades de ensino/aprendizagem.

## 1.1. Introdução – Componente de Biologia

A Biologia desempenha um papel relevante na construção da sociedade e da cultura, pelo que não poderá deixar de ser uma componente essencial na educação dos cidadãos. O seu ensino deve permitir que os alunos, independentemente do seu nível etário, compreendam aspectos da natureza da própria Ciência e da construção do conhecimento científico. Entenda-se Ciência enquanto processo (o que os cientistas fazem e como o fazem), corpo de conhecimentos, forma de entender a realidade e, sobretudo, enquanto actividade humana que nunca é neutra ou isenta de influências de natureza económica, política ou axiológica que envolvem e contextualizam a sua génese.

No actual contexto de desenvolvimento científico e tecnológico será impraticável e contraproducente que o ensino vise apenas transmitir conhecimentos específicos aos alunos, esquecendo, por ventura, que a sua principal função é contribuir para a educação geral dos cidadãos. Fundamental será, pois, promover aprendizagens significativas que proporcionem e assegurem a aquisição de conceitos-chave nesta área científica.

Com estas preocupações, a concepção do programa da componente de Biologia que seguidamente se apresenta, teve em conta o quadro curricular que agora se pretende implementar neste nível de ensino, a realidade da educação científica, nomeadamente da educação biológica em Portugal, e os seguintes referenciais e pressupostos.

- a) A liberdade de formular opções (éticas, sócio-económicas e políticas) depende, entre outros aspectos, do grau de literacia biológica do cidadão. Esta interdependência, liberdade – literacia biológica, é particularmente determinante nas opções que se prendem com aspectos relacionados com a espécie humana e com o ambiente.
- b) O modelo educativo subjacente ao ensino da Biologia deve ser centrado nos alunos, isto é, os processos de ensino-aprendizagem devem ter em conta os seus conhecimentos prévios e as suas vivências. Aos professores, conhecedores de tais realidades, cabe seleccionar os contextos e os processos mais apropriados para que os fins sejam atingidos.

## **1.2. Introdução – Componente de Geologia**

A Geologia é uma ciência presente no nosso quotidiano, seja através das paisagens que nos rodeiam e nos contam várias histórias, tanto do passado como em termos de futuro, seja pelo facto de muitos dos materiais que utilizamos serem recursos não renováveis retirados da geosfera.

Para o homem do século XXI, que deixou de viver num ambiente de abundância ecológica e entrou numa época em que os espaços e os recursos se tornam cada vez mais escassos, nomeadamente as rochas usadas como fontes de metais e de energia (os carvões e o petróleo) e a água, a Geologia pode fornecer uma série de conhecimentos imprescindíveis para a compreensão e protecção do ambiente a nível do controlo da poluição, da preservação do património arquitectónico e cultural, assim como a nível do armazenamento de resíduos perigosos.

Processos geológicos que ora escapam à nossa percepção imediata, ora se manifestam em fenómenos de grande notoriedade, como os tremores de terra, as erupções vulcânicas, os deslizamentos de terrenos e as inundações, entre outros, influenciam as actividades humanas, tanto positiva como negativamente. Torna-se, portanto, necessária uma educação na área das geociências que permita aos nossos alunos o exercício de uma cidadania crítica, mas, em simultâneo, construtiva e esclarecida, que os leve a questionar e analisar as relações entre avanços científicos, tecnológicos e progresso social. A Geologia desempenha um papel importante nas relações que se estabelecem entre Ciência e Sociedade, contribuindo para o estabelecimento de um desejável equilíbrio entre qualidade de vida e desenvolvimento.

Por outro lado, a Geologia deve ser encarada também pelo seu valor formativo e pelas contribuições que podem advir do seu estudo para o desenvolvimento de determinadas capacidades, nomeadamente de construção de modelos espaço-temporais, parte integrante da maior parte das teorias que representam, explicam e prevêm mudanças no sistema Terra. Além disso, a Geologia face ao seu carácter sincrético, integrando múltiplos saberes, oferece a possibilidade de diversificar os ambientes de aprendizagem, com especial destaque para a realização de actividades de campo.

## 2. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA

### 2.1. Componente de Biologia

#### 2.1.1. Finalidades e objectivos gerais

O programa da componente de Biologia da disciplina de Biologia e Geologia, do 10º e 11º anos, forma um todo coerente que assume como finalidade a construção de uma sólida literacia biológica. Assim, no final do 11º ano, espera-se que os alunos se tenham apropriado de conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos que constituem, afinal, o objecto de estudo da Biologia; deseja-se que tenham reforçado algumas capacidades e competências próprias das ciências, em particular da Biologia, e tenham, também, construído um sistema de valores que lhes permita seleccionar e assumir, em liberdade, as atitudes que considerem mais relevantes para a sua própria vivência.

Em articulação com estas finalidades são definidos três objectivos gerais para o programa da componente de Biologia da disciplina de Biologia e Geologia.

1. Construir um sólido conjunto de conhecimentos, quer os explícitos nos módulos, quer os implícitos e decorrentes da implementação do programa, que coincidem com os seguintes conceitos-chave dos sistemas vivos:
  - os sistemas vivos encontram-se organizados em níveis estruturais de complexidade crescente e de cada nível emergem propriedades próprias, impossíveis de prever pela análise dos níveis precedentes;
  - a estrutura e a função estão correlacionadas em todos os níveis de organização biológica;
  - os sistemas vivos são sistemas abertos que interagem continuamente com o ambiente, trocando matéria e energia;
  - os sistemas vivos garantem a manutenção das suas características através de um equilíbrio dinâmico, assegurado por mecanismos de controlo e autorregulação;
  - a Vida apresenta uma dualidade característica: diversidade *versus* unidade;
  - a continuidade da Vida baseia-se em informação hereditária contida principalmente no programa genético;
  - a evolução, como característica de todos os sistemas vivos, é responsável pela ligação histórica entre todos eles, assim como pela unidade e diversidade da Vida.
2. Reforçar as capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que se consideram alicerces relevantes na Educação para a Cidadania.
3. Interiorizar um sistema de valores e assumir atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição

a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico. Neste sentido, consideram-se cruciais os três seguintes princípios éticos:

- valorização da diversidade biológica, nas suas dimensões multissistémica, estrutural e funcional;
- valorização da interdependência Homem — Ambiente;
- valorização da evolução biológica enquanto processo que assegura a biodiversidade.

### **2.1.2. Competências gerais**

O reforço das capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade permitirá o desenvolvimento de competências que caracterizam a Biologia como Ciência. Deste modo destacam-se os seguintes aspectos:

- promover um esforço acrescido de abstracção e de raciocínio lógico e crítico que alicerce o desenvolvimento de competências que permitam simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar a aparente desordem de informações emergentes da elevada complexidade dos sistemas biológicos;
- estabelecer relações causa-efeito, compreender articulações estrutura-função e explorar diferentes interpretações em sistemas complexos são competências que mobilizam a confrontação entre o previsto e o observado, a criatividade e o desenvolvimento de atitudes de curiosidade, humildade, cepticismo e análise crítica;
- reflectir sobre a adequação das diversas soluções biológicas para as mesmas funções e avaliar a adaptação de técnicas para o estudo de sistemas complexos são competências potenciadas pelo trabalho em equipa: este apela à constante renegociação de estratégias e procura de consensos, com o conseqüente reforço da expressão verbal, da fundamentação, da compreensão, da cooperação e da solidariedade;
- interpretar, criticar, julgar, decidir e intervir responsabilmente na realidade envolvente são competências que exigem ponderação e sentido de responsabilidade.

O reforço de competências técnicas e tecnológicas não constitui, em si mesmo, um objectivo primordial da implementação do programa, porém, deve ser perspectivado como instrumental no processo de ensino-aprendizagem.

### **2.1.3. Visão geral do programa**

A tradicional organização da Biologia em várias "especialidades", como, botânica, zoologia, citologia, histologia, anatomia, fisiologia, genética, sistemática, ecologia,..., assenta

numa perspectiva histórica de construção dos saberes e de organização para a compreensão especializada dos mesmos. Esta, não será a lógica mais adequada para servir de base à construção de um programa de Biologia para o Ensino Secundário.

Neste nível de ensino será pertinente abordar a Biologia como um todo, quer na identificação do seu objecto de estudo — a VIDA e os SERES VIVOS — quer na exploração articulada dos conhecimentos que engloba actualmente.

Uma vez que o ensino da Biologia pode ser uma componente importante na Educação para a Cidadania, deverá contribuir para que os alunos, enquanto cidadãos, interajam de forma autónoma, consciente e construtiva com a sociedade e o ambiente. Tal significa que os processos de ensino-aprendizagem devem ajudar os alunos a desenvolver formas de relacionamento responsável com os seus concidadãos e também com os outros seres vivos.

Com base nestes argumentos, a concepção geral do programa visou a elaboração de uma proposta de ensino integrado da Biologia, cujas linhas orientadoras se passam em seguida a apresentar.

A Vida é sempre abordada de forma dinâmica através das funções que a caracterizam, realçando a diversidade de estratégias que os seres vivos utilizam para as realizar. A constatação da diversidade funcional exprime o carácter integrador do programa, pois, implicitamente, retém a característica mais abrangente da Vida, que é a Evolução. Assim, o esquema conceptual que presidiu à construção do programa enfatiza a dualidade **unidade versus diversidade**, o que permite aprender a valorizar a Vida como um todo, respeitando a diversidade dos seres vivos.

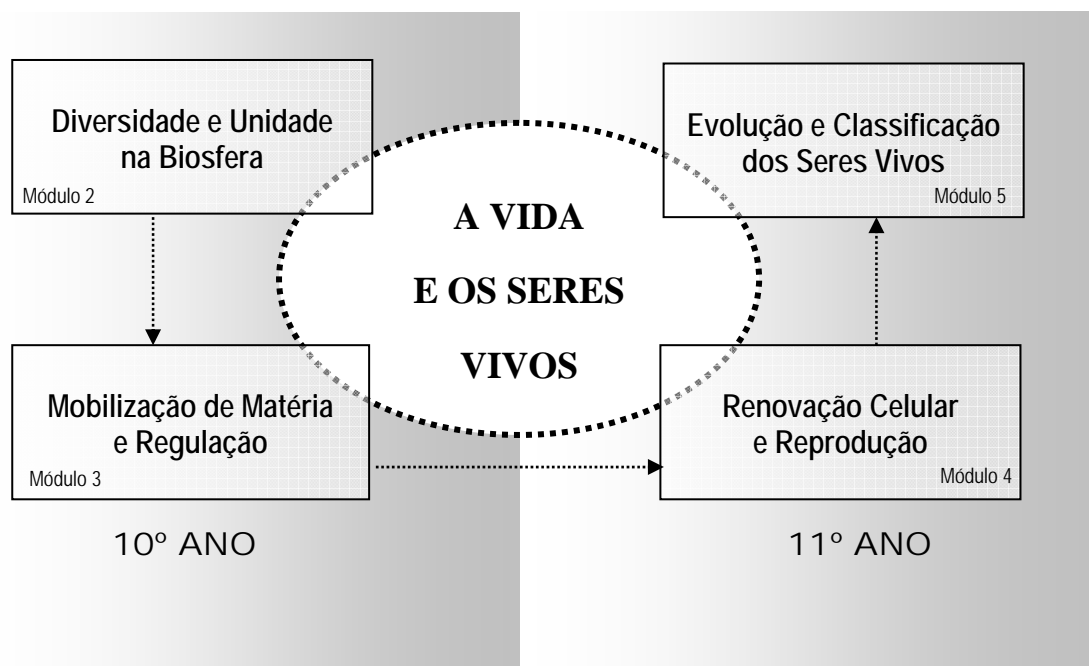


Figura 1 - Esquema conceptual da componente de Biologia.



Conforme se apresenta no esquema conceptual da figura 1, a componente de Biologia, do programa de Biologia e Geologia, para os 10º e 11º anos, é constituída pelo elenco modular que seguidamente se apresenta.

## **10º ANO**

- **MÓDULO 2 (Parte II) – Diversidade e Unidade na Biosfera.**

Neste módulo são estudadas algumas características gerais da vida, problematizando a organização celular de seres uni e multicelulares e/ ou tecidos, o que possibilitará a compreensão da célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e facilitará a abordagem dos seus constituintes básicos, as biomoléculas. Contempla, ainda, o estudo dos processos de auto e heterotrofia em seres com diferente grau de complexidade, salientando o papel da membrana celular como importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice-versa.

- **MÓDULO 3 – Mobilização de Matéria e Regulação.**

Visa o estudo dos mecanismos que garantem a distribuição de matéria nos seres vivos, perspectivando os sistemas vasculares como adaptações evolutivas ao meio terrestre em seres com diferentes níveis de organização. A ênfase é colocada na função, sendo o aspecto estrutural referido a título exemplificativo das soluções funcionais. Os processos de transformação de energia, vias aeróbia e anaeróbia, e as estruturas que permitem efectuar trocas gasosas entre os meios externo e interno são abordados em animais e plantas. São, ainda, objecto de estudo neste módulo os mecanismos que garantem a manutenção das condições do meio interno dos organismos face às flutuações do meio externo, através do estudo dos casos de termorregulação e osmorregulação nos animais e dos efeitos das fito-hormonas em plantas.

## **11º ANO**

- **MÓDULO 4 – Renovação Celular e Reprodução.**

Aborda o crescimento e regeneração de tecidos, explicitando o papel da mitose na obtenção de novas células e na manutenção das características hereditárias ao longo das gerações. O estudo das moléculas de DNA e RNA e dos mecanismos de replicação, transcrição e tradução é perspectivado no sentido de relevar a sua importância na manutenção da informação genética, da estrutura celular e da vida. No estudo da reprodução assexuada e sexuada são enfatizados os processos de transferência de informação, com realce para o papel da meiose na promoção da variabilidade dos seres vivos.

- **MÓDULO 5 (Parte I) – Evolução e Classificação dos Seres Vivos.**

Este último módulo visa o estudo do evolucionismo e de argumentos que o sustentam, em oposição ao fixismo, salientando os contributos de diferentes áreas científicas na fundamentação e consolidação do conceito de evolução. Aborda-se, ainda, a sistemática dos seres vivos, destacando a importância do conhecimento da história da ciência para a compreensão das perspectivas actuais.

Na secção *Desenvolvimento do Programa* a apresentação dos módulos relativos a cada ano inicia-se com um mapa geral de exploração. Aí os conteúdos dos módulos são enquadrados por situações problema ou questões centrais que acentuam as possíveis interrelações e interdependências. Deste modo, sugere-se que os processos de ensino e de aprendizagem sejam centrados num conjunto de interrogações articuladas que permitam estabelecer um fio condutor ao longo do programa.

Esta opção pretende contribuir para que a construção dos saberes dos alunos ocorra de modo contextualizado e, tanto quanto possível, relacionada com aspectos do dia-a-dia. Neste sentido, admite-se que os problemas e as questões apresentados possam, eventualmente, ser substituídos por outros que professores e alunos considerem mais adequados, face à singularidade contextual de cada escola e do seu meio envolvente.

Para cada módulo apresenta-se, seguidamente, um quadro, onde conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais estão organizados em colunas contíguas o que permite tanto a sua exploração específica (na vertical), como a sua análise articulada (horizontal).

Os conteúdos conceptuais dizem respeito ao conhecimento, compreensão e aplicação de conceitos, factos, princípios e teorias.

Os conteúdos procedimentais descrevem os passos a seguir, ou procedimentos, adequados para a compreensão de processos, leis ou fenómenos, bem como os aspectos que geram no aluno habilidades e destrezas.

Os conteúdos atitudinais referem-se às atitudes que se pretende que os alunos desenvolvam face aos conhecimentos e aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança,...) e às implicações que daí decorrem para a forma como estes passam a perspectivar a sua própria vida, a dos outros e a da biosfera em geral.

Por motivos pragmáticos, que se prendem com a gestão adequada dos tempos lectivos, o programa explicita, também, nesses quadros, os aspectos que devem ser recordados e/ou enfatizados e aqueles que, pelo contrário, devem ser evitados. Para auxiliar a exploração dos conteúdos apresenta-se, ainda, uma listagem de conceitos fundamentais e um conjunto lexical mínimo (palavras-chave) requerido para a compreensão desses mesmos conceitos.

#### **2.1.4. Sugestões metodológicas gerais**

No que respeita aos aspectos metodológicos, assume-se que os professores, os alunos e a escola, como um todo, devem desempenhar um papel central na selecção das melhores opções para a operacionalização do programa. No entanto, salienta-se que esta autonomia de gestão das abordagens metodológicas deverá ponderar os cinco grandes desafios que seguidamente se apresentam.

- Privilegiar a abordagem global dos conceitos, no sentido de garantir um ensino-aprendizagem de Biologia integrado.
- Ter uma noção clara do nível de aprofundamento a que os diferentes conceitos devem ser explorados. Relembra-se a necessidade de analisar articuladamente a listagem de conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais, conceitos/ palavras-chave e recomendações do que convém recordar, enfatizar e evitar, bem como a indicação do número de aulas previstas para cada módulo.
- Abordar aspectos relativos a seres de diferentes *taxa*, em todos os módulos, bem como estudar os diferentes constituintes celulares à medida que as suas funções forem exploradas, em conjugação com os órgãos e sistemas funcionalmente relacionados.
- Valorizar o trabalho prático como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada módulo. Trabalho prático deve ser entendido como um conceito abrangente que engloba actividades de natureza diversa, que vão desde as que se concretizam com recurso a papel e lápis, às que exigem material de laboratório. Assim, os alunos poderão desenvolver competências tão diversificadas como, a utilização de lupa binocular ou microscópio óptico, a apresentação gráfica de dados, a execução de relatórios de actividades práticas, a pesquisa autónoma de informações em diferentes suportes, sem esquecer o reforço das capacidades de expressão escrita e oral.
- Poder substituir as actividades práticas sugeridas por outras que considere mais adequadas, desde que seja mantido o seu grau de complexidade, bem como as competências a desenvolver. Em qualquer dos casos, a implementação dessas actividades deverá perspectivar a necessidade de encontrar respostas para as questões definidas.

#### **2.1.5. Avaliação**

As actividades de avaliação deverão ser entendidas como parte integrante dos processos educativos e, nesse sentido, perfeitamente articulados com as estratégias didácticas utilizadas, pois ensinar, aprender e avaliar são, na realidade, três processos interdependentes e inseparáveis.

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

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

Nesta perspectiva, avaliar é uma tarefa permanente e complexa que supõe o uso de diferentes técnicas e instrumentos. Valorizam-se os processos de observação e, para além dos testes e questionários, sugere-se o recurso a relatórios de actividades, mapas conceptuais, V de Gowin, listas de verificação, entre outros, bem como a organização de *portfolios*.

À semelhança do que foi dito acerca das sugestões metodológicas, considera-se que a escola, como um todo, desempenha um papel central na monitorização dos processos de avaliação dos seus alunos, no entanto, salienta-se que as opções tomadas deverão, sempre, salvaguardar os seguintes aspectos.

1. A avaliação, sendo parte integrante dos processos educacionais, deverá revestir-se de funções diagnóstica, formativa e sumativa interdependentes e devidamente articuladas com as actividades de ensino-aprendizagem.
2. A avaliação, permitindo diagnosticar o ponto de partida dos alunos, orientará o professor na análise crítica das propostas do programa e na selecção das estratégias mais adequadas para a sua implementação.
3. A avaliação formativa possibilitará o acompanhamento permanente da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo elementos que o professor deverá utilizar para reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos que, deste modo são considerados parte activa em todo o processo.
4. A avaliação com funções formativas deverá prevalecer durante todo o processo educativo, porém, será fundamental criar momentos para a avaliação sumativa. Também neste caso os alunos deverão receber *feedback* relativo ao seu desempenho, bem como informações que os ajudem a identificar dificuldades e potencialidades.

#### **2.1.6. Recursos**

Para a consecução das actividades práticas que são parte integrante deste programa, a Escola deverá dispor de recursos adequados. Esses recursos incluem tanto materiais destinados aos trabalhos de laboratório como aqueles que permitem a realização de actividades de papel e lápis, pesquisas e debates.

As listagens de recursos que em seguida se apresentam têm um carácter orientador podendo, pois, ser enriquecidas pelos utilizadores do programa de acordo com as necessidades decorrentes da sua implementação no contexto específico de cada escola.

#### ***2.1.6.1. Material básico de laboratório***

Recomenda-se a consulta das listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral de Recursos Humanos da Educação (DGRHE). Kits para análises de solos, água e ar. Sensores de temperatura, pH, luminosidade, humidade e oxigénio dissolvido.

#### ***2.1.6.2. Colecções, mapas e modelos***

Seguem-se exemplos de recursos cuja aquisição deverá ser ponderada face aos recursos já disponíveis na escola e às necessidades efectivamente sentidas.

- Colecções de exemplares preservados em resina de diferentes seres (Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Urochordata, Cephalochordata, Agnatha, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia).
- Montagens em resina de órgãos e sistemas de Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia.
- Modelos em plástico ou Mapas evidenciando a estrutura internam de Porifera, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematoda, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Urochordata, Cephalochordata, Agnatha, Chondrichthyes, Osteichthyes, Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia; de torso, de órgãos e sistemas humanos; de células e de componentes celulares; de mitose e meiose; de raízes, caules e folhas de Monocotiledoneae e Dicotiledoneae;....

#### ***2.1.6.3. Equipamento multimédia***

Os laboratórios de Biologia deverão dispor de meios de obtenção de imagem adequados para a recolha de informação durante a realização das actividades. Assim, o mais adequado será o recurso a câmaras de vídeo e câmaras fotográficas SLR digitais dispondo de capacidade de teleobjectiva (mínimo 6X) e de macrofotografia.

A *internet* possibilita o acesso, em tempo real, a conteúdos interactivos ricos e relevantes pelo que nos laboratórios de Biologia deverão existir computadores, ligados em rede e à *internet*, em número suficiente para garantir uma distribuição desejável de dois alunos por posto de trabalho.

Nos laboratórios devem existir sistemas de projecção capazes de funcionar com luz ambiente, nomeadamente os que permitem partilha com gravador vídeo ou leitor/gravador DVD.

#### **2.1.6.4. Recursos multimédia**

A título exemplificativo, indicam-se filmes em vídeo e alguns *sites* (activos em Abril de 2005) que podem servir de ponto de partida para a busca, recolha e análise crítica de informação útil para a consecução do programa.

##### **Vídeos**

- “*Desafios da Vida*”, Ediclube.
- “*National Geographic Video*”, National Geographic Society.
- “*A Fauna*”, Publicações Alfa.

##### **Sites**

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

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

Informações e imagens úteis sobre fauna e flora dos Parques e Áreas de paisagem protegida:

<http://www.agroportal.pt/ciencias/ambiente/parques.htm>

Endereço oficial de Biological Sciences Curriculum Study:

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

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

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

Cells Alive (site dedicado ao ensino da biologia celular, com excelentes imagens):

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

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

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

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

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

Páginas com conteúdos sobre evolução biológica:

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

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

[http://www.ciencias.uma.es/wciencias/departamentos/bioanimal/sfonline/sistematicafilogenetica/tema\\_1.htm](http://www.ciencias.uma.es/wciencias/departamentos/bioanimal/sfonline/sistematicafilogenetica/tema_1.htm)

### **2.1.6.5. Recursos bibliográficos**

#### **Revistas**

- *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona. Graó.
- *Enseñanza de las Ciencias*. I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- *Fórum Ambiente*, Caderno Verde. Porto. Comunicação AS.
- *Journal of Biological Education*., Institute of Biology. Londres.
- *La Recherche*, La Société D'Éditions Scientifiques. Paris.
- *National Geographic Magazine*. National Geographic Magazine. Washington. (existe edição portuguesa).
- *OZONO–Revista de Ecologia*, Sociedade e Protecção da Natureza. Lisboa Costa do Castelo. S.A.
- *Pour la Science* (ed. francesa de Scientific American). Paris. Éditions Belin.
- *Science & Vie*. Science & Vie. Paris. Excelsior Publications S.A.
- *Scientific American*. Scientific American, inc. Nova Iorque.
- *Terre Sauvage*. Terre Sauvage, S. N. C. Paris.
- *The American Biology Teacher*. National Association of Biology Teachers. Reston, VA.

#### **Livros**

(ver secção **4. Bibliografia**)

## **2.2 Componente de Geologia**

Indicam-se, seguidamente, as linhas fundamentais que presidiram à elaboração deste programa e os objectivos que com ele se pretendem atingir. São ainda referidos, em paralelo com uma visão geral do programa de Geologia (10º e 11º anos), algumas propostas metodológicas de carácter geral, indicações relativas à avaliação, assim como diversos recursos considerados necessários para a concretização do programa.

### **2.2.1. Finalidades**

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

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

Procurando estar em conformidade com estes princípios, os módulos do programa de Geologia encontram-se organizados por temas (três no 10º ano e três no 11º ano), unidades logicamente estruturadas que incluem conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.



Finalidade última do conjunto de temas seleccionados na componente de Geologia será a de: permitir um melhor conhecimento da Terra, da sua história, da sua dinâmica e da sua evolução; articular conceitos básicos com os acontecimentos do dia-a-dia, tornando possíveis interpretações mais correctas das transformações que continuamente ocorrem; sensibilizar para a importância de estudar, prever, prevenir e planear, bem como a de gerir conscientemente os recursos finitos de um planeta finito, tornado mais pequeno e vulnerável por uma população humana em crescimento acelerado e pelo desenvolvimento de tecnologias cada vez mais poderosas e agressivas. Estas, frequentemente postas ao serviço de padrões de consumo mais e mais delapidadores dos bens da Terra, são causadoras de alterações ao nível global, com profundo impacto sobre a biosfera e, de um modo particular, sobre o próprio Homem.

### **2.2.2. Objectivos gerais**

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

- interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica;
- aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas;
- desenvolver capacidades de selecção, de análise e de avaliação crítica;
- desenvolver capacidades experimentais em situações de indagação a partir de problemas do quotidiano;
- desenvolver atitudes, normas e valores;
- promover uma imagem da Ciência coerente com as perspectivas actuais;
- fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- fomentar a participação activa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente;

- melhorar capacidades de comunicação escrita (texto e imagem) e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).

No segundo tipo de objectivos incluem-se:

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

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

### 2.2.3. Competências gerais

O presente programa pretende desenvolver competências nos seguintes domínios:

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

Com vista a atingir os objectivos formulados e a permitir o desenvolvimento das competências anteriormente expressas, o programa encontra-se organizado por módulos a que se associam conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.

As características particulares de cada um destes conteúdos exigem uma atenção especial.

Os conteúdos conceptuais, incluídos nos vários módulos, foram seleccionados de entre os pertencentes aos conhecimentos considerados básicos em Geologia, correspondendo a dados, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem aprender. Embora não seja possível ensinar Geologia na ausência de dados factuais, considera-se que estes só adquirem importância quando o seu significado é compreendido ou quando são interpretados no seio de quadros teóricos mais amplos; por isso, valorizam-se em especial os conceitos, modelos e teorias. No Módulo I – Parte A são colocados em destaque os grandes princípios de raciocínio geológico, em paralelo com os designados conceitos estruturantes. Embora explícitos neste primeiro módulo, eles estarão presentes, de forma implícita, em todo o programa.

As várias situações-problema apresentadas ao longo do programa pretendem fornecer uma conexão lógica entre os diversos conteúdos conceptuais, possibilitando, em simultâneo, o desenvolvimento de formas de pensamento mais elaboradas. Contudo, o professor deverá ter em consideração, ao abordar conteúdos conceptuais, as concepções alternativas dos alunos, adaptando os materiais e as estratégias de ensino.

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

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

- aquisição de informação;

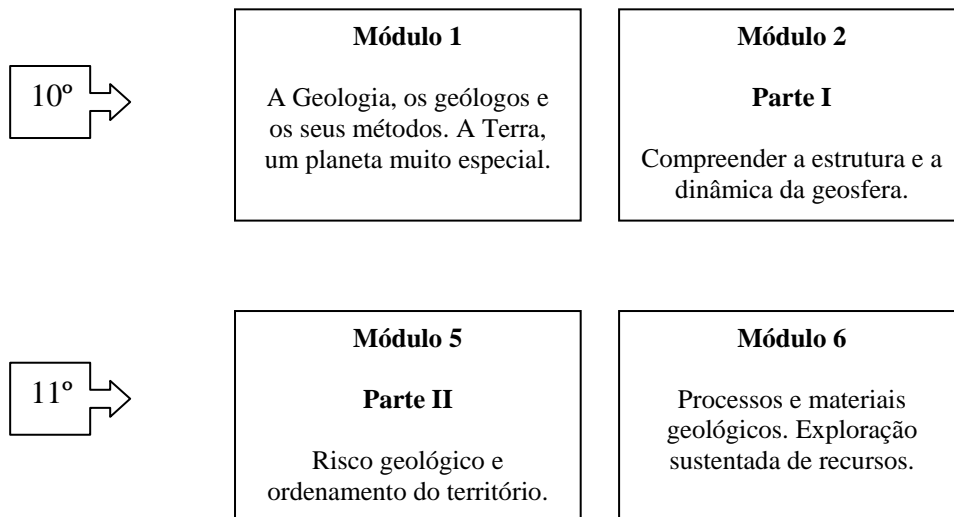
- interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos;
- análise de informação e realização de inferências, sendo que este tipo de raciocínios possui um valor particular em Geologia;
- compreensão e organização conceptual da informação;
- comunicação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

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

#### **2.2.4. Visão geral do programa**

No Módulo 1 são colocados em destaque os grandes princípios de raciocínio geológico, em paralelo com os designados conceitos estruturantes. Embora explícitos neste primeiro módulo, eles estarão presentes, de forma implícita, em todo o programa. A restante sequência de módulos propostos na componente de Geologia pretende, em primeiro lugar, localizar a Terra no Sistema Solar, chamando a atenção para as suas características especiais em comparação com outros planetas telúricos e, em simultâneo, para a sua vulnerabilidade em termos ambientais. Este último tipo de preocupações atravessa todo o programa, manifestando-se, de forma mais marcada, em referências aos impactos produzidos pelo Homem nos diferentes subsistemas terrestres e a problemas nos domínios da protecção ambiental e da mudança de atitudes em ordem à prática de um desenvolvimento harmonioso e sustentável. Neste último domínio não foi esquecida a importância da água como fonte de vida e, portanto, como matéria-prima fundamental à permanência do Homem e da biosfera. O conhecimento do ciclo da água, dos fenómenos que ocorrem nos diferentes reservatórios da hidrosfera e das relações desta com os restantes subsistemas contribuirão, certamente, para a compreensão dos graves problemas que, no que à água diz respeito, a espécie humana enfrenta. Urge, portanto, resolvê-los no sentido de garantir a satisfação das necessidades das comunidades humanas em quantidade e em qualidade, a sobrevivência da generalidade dos ecossistemas e a manutenção de quadros paisagísticos equilibrados e harmónicos.

Pretende-se, igualmente, enfatizar a importância do estudo dos fenómenos geológicos que se traduzem em alterações que afectam as comunidades humanas, quer os de carácter rápido e catastrófico, como os sismos, as erupções vulcânicas, as inundações ou os deslizamentos de terras, quer os que se manifestam mais gradualmente e tantas vezes decorrentes da acção humana, como as alterações climáticas, a evolução das zonas costeiras, a penúria de recursos naturais ou a desertificação. Tal estudo terá, ainda, como finalidade, realçar a necessidade de conhecer zonas e actividades de risco, bem como a de prever, prevenir ou evitar a ocorrência de alguns desses fenómenos ou de minorar as suas consequências.



### 2.2.5. Sugestões metodológicas gerais

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

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

- Privilegiar actividades práticas suscitadas por situações problemáticas abertas que favoreçam a explicitação das concepções prévias dos alunos, a formulação e confrontação de hipóteses, a eventual planificação e realização de actividades experimentais e respectivo registo de dados, atribuindo uma especial ênfase à introdução de novos conceitos e à sua integração e estruturação nas representações mentais dos alunos. Por último, deve ser prevista a possibilidade de aplicação dos conceitos estudados a situações concretas. Neste tipo de

actividades, o professor deve assumir-se como dinamizador e facilitador, envolvendo os alunos no planeamento de actividades experimentais teoricamente enquadradas.

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

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

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

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

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

### **2.2.6. Avaliação**

O processo de avaliação, em relação directa com o ensino e a aprendizagem, é uma actividade que se deve caracterizar pela identificação de erros ou dificuldades, tentativas de compreensão das suas causas e tomadas de decisões com o objectivo de os corrigir, nela devendo estar envolvidos o professor e o aluno, este último num processo de auto-avaliação

que o torne consciente dos seus percursos de aprendizagem. No Ensino Recorrente, a avaliação adquire uma particular importância devido ao grau de autonomia que o estudante possui na gestão do seu percurso de aprendizagem, sugere-se por isso que a nível da avaliação formativa e sumativa, sempre que possível, se opte por diversificar os instrumentos de recolha de informação.

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

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

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

### **2.2.7. Recursos**

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

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

#### **2.2.7.1. Material básico de laboratório**

Consultar as listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral dos Recursos Humanos da Educação (DGRHE).

#### **2.2.7.2. Colecções de materiais geológicos**

Amostras de mão de rochas:

- |             |                 |              |                  |
|-------------|-----------------|--------------|------------------|
| - andesito  | - conglomerados | - marga      | - travertino     |
| - ardósia   | - diorito       | - mármore    | - tufo calcário  |
| - arenitos  | - filitos       | - micaxisto  | - turfa          |
| - argila    | - gabro         | - peridotiro | - xisto argiloso |
| - basalto   | - gesso         | - quartzito  |                  |
| - calcários | - gnaisse       | - riólito    |                  |
| - carvões   | - granito       | - sal-gema   |                  |

Amostras de minerais:

- |              |            |
|--------------|------------|
| - calcite    | - olivinas |
| - feldspatos | - quartzo  |
| - micas      |            |

Amostras de fósseis diversos.

### **2.2.7.3. Blocos-diagrama e modelos para reproduzir estruturas geológicas**

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

### **2.2.7.4. Cartas (topográficas e geológicas), mapas temáticos e fotografias aéreas.**

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

### **2.2.7.5. Recursos bibliográficos**

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

- Alambique
- Colóquio/Ciência



- Enseñanza de las Ciencias de la Tierra
- Geólogos
- Geonovas
- La Recherche
- Pour la Science (edição francesa da Scientific American)
- Science
- Science et Vie/Science et Vie Júnior
- Scientific American

#### **2.2.7.6. Recursos institucionais**

- Museu Nacional de História Natural
- Museu Universitário de Mineralogia/Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real)
- Museu de História Natural da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- Museu de História Natural da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
- Museu Geológico do Instituto Geológico e Mineiro
- Museu da Lourinhã

#### **2.2.7.7. Recursos geológicos multimédia**

As fontes de informação referidas dividem-se em nacionais e internacionais.

#### **Nacionais:**

- GEOPOR (<http://www.geopor.pt>) – este sítio disponibiliza informação relevante relacionada com as Geociências em Portugal. Inclui o GEOPOR NA ESCOLA, especialmente dirigido a professores e alunos, onde se destacam sugestões de actividades de campo e de laboratório, base de dados fotográfica com aspectos geológicos nacionais com interesse didáctico e informações para os alunos que pretendam prosseguir os seus estudos na área da Geologia.
- Instituto Geológico e Mineiro (<http://www.igm.pt>)
- Museu de História Natural da Universidade de Lisboa (<http://www.fc.ul.pt/mhn/>)
- Museu da Lourinhã (<http://www.hpv.pt/geal/>)
- Museu de Mineralogia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (<http://www.fc.up.pt/geo>) – este sítio proporciona uma visita à sala de Mineralogia do Museu de História Natural da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Instituto de Meteorologia (<http://www.meteo.pt/sismologia/sismos.html>).
- Direcção Geral do Ambiente (<http://www.dga.min-amb.pt/atlas/index.html>).

- Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho (<http://www.dct.uminho.pt/mirandela>) e o Centro de Estudos Geológicos da Universidade Nova de Lisboa (<http://www.dct.fct.unl.pt/CEGUNLP/Cienciaviva.html>) - disponibilizam, respectivamente, visitas de campo virtuais à depressão de Mirandela e à Península de Setúbal.
- Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho – através de <http://www.dct.uminho.pt/rpmic> é possível aceder a uma aplicação que simula observações microscópicas de rochas portuguesas.
- Parque Mineiro Cova dos Mouros (<http://minacovamouros.sitepac.pt>).
- O Ensino Experimental em Geociências na Internet (Prof<sup>o</sup>. João Praia, Prof<sup>o</sup>. Luis Marques e Prof<sup>o</sup>. Clara Vasconcelos, Universidades do Porto e de Aveiro). <http://oficina.cienciaviva.pt/~pw054/>
- Associação Portuguesa de Geólogos <http://www.apgeologos.pt/index.htm>

### **Internacionais**

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

### **Aplicações em filme-vídeo**

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

### **Aplicações em CD-ROM**

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

## **Outras aplicações em CD-ROM**

- Coppens, Y. (1997). *Nas Origens do Homem*. Paris: Microfolie's, Centre National de Cinematographie, Cryo.
- Dyar D. *et al.* (1997). *The study of minerals*. Austin: Tasa Graphic Arts, Inc.
- *Earth Quest*, 1.0 - Eyewitness, Virtual Reality. New York: DK Publishing.
- *Enciclopédia do Espaço e do Universo*. Lisboa: Globo Multimedia.
- Pais, I., Cabral, J. *et al.* (1995). *Os sismos e a gestão da Emergência*. Lisboa: Serviço Nacional de Protecção Civil.
- Prache, D. (1996). *L'Ocean des Origines*. Paris: Microfolie's, Virtual Studio.
- Rodrigues, F. (1997). *Enciclopédia Multimedia Mineralogia*. Lisboa: Texto Editora.

### **2.2.7.8 Outros Recursos Multimédia (CD-ROM)**

- Departamento do Ensino Secundário. (2002). *Manual de Segurança de Laboratórios*. M.E., Departamento do Ensino Secundário.

### **3. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

#### **3.1 Desenvolvimento do Programa do 10º ano - MÓDULOS 1, 2 e 3**

## **MÓDULO 1 – COMPONENTE DE GEOLOGIA**

### **A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS. A TERRA, UM PLANETA MUITO ESPECIAL**

#### **Introdução**

A Geologia é uma das Ciências da Terra que estuda a história do nosso planeta, a sua estrutura, os materiais que o compõem, os minerais e as rochas, os processos da sua transformação e a sua configuração espacial. Para este estudo convergem saberes oriundos de diversas áreas de conhecimento.

Como a Terra está em permanente mutação, de forma lenta ou rápida, de forma contínua ou esporádica, os geólogos estudam essas mudanças. Eles investigam realidades tão diversas e complexas como glaciares e vulcões, sismos, praias e rios, as rochas e, também, a história da própria vida, procurando compreender o que aconteceu no passado e aquilo que está a acontecer no presente. Para eles, “o presente é a chave do passado”.

Directamente, os geólogos trabalham em todos os locais a que podem aceder, em todos os cantos do Mundo: desde os picos gelados das altas montanhas e dos vulcões activos até às profundezas dos oceanos. Para além disto, os geólogos têm de confiar nas suas observações indirectas, utilizando instrumentos de medida sensíveis e criando modelos.

As perguntas que o geólogo coloca sobre o nosso planeta podem obter dois tipos de respostas, de natureza histórica ou de natureza causal. Nas primeiras, a principal preocupação está relacionada com a descrição da evolução da Terra, desde a sua formação até aos nossos dias; nas segundas, a principal preocupação está em tentar conhecer e compreender as causas que operam na Terra. Mas, no seu conjunto, a Geologia é uma ciência especial com aplicações práticas, já que, sendo a ciência que estuda o nosso planeta, é, também, a ciência do nosso próprio ambiente. Para investigar esse ambiente, os geólogos servem-se de observações directas ou do uso de tecnologia de maior ou menor sofisticação, que lhes permite criar, testar e modificar modelos e teorias que representem, expliquem e prevejam mudanças passadas e futuras no sistema Terra. Contudo, como a maior parte dos processos geológicos, numa perspectiva humana, são extraordinariamente lentos e imperceptíveis, os geólogos não podem, muitas vezes, testar as suas hipóteses através da observação directa ou da experimentação. Daí que, para complementar o seu trabalho de campo ou de laboratório, eles tenham necessidade de desenvolver modelos em pequena escala para estudar fenómenos geológicos em larga escala, ou de recorrer aos computadores que permitem utilizar modelos matemáticos de forma rápida e eficiente.

Para além da satisfação da curiosidade intelectual, os geólogos desempenham, nos dias de hoje, um papel relevante na solução de alguns dos mais prementes problemas da Sociedade. A Geologia é solicitada, por exemplo, para indicar a localização de áreas para a deposição de lixo radioactivo e outros, para determinar a utilização de terras por parte das populações, para o fornecimento adequado de água, para intervir no planeamento de grandes obras de engenharia, bem como para prever a existência e localização de novas áreas para a exploração de recursos naturais. Procurar evitar e saber lidar de forma eficiente com as catástrofes naturais, bem como fornecer indicações sobre o sistema global, nomeadamente as mudanças climáticas, são outras das inúmeras responsabilidades que caem sobre os geólogos dos nossos dias.

Para além dos múltiplos aspectos educativos e do papel que desempenha a nível social, é indispensável que compreendamos como “funciona” a Terra, examinando os materiais que a constituem e os processos que nela têm lugar. Só deste modo podemos tomar plena consciência do ambiente em que vivemos, ser capazes de fazer previsões sobre as alterações que podem surgir no futuro e entender como as actividades humanas podem estar a afectar o nosso planeta, único entre os outros corpos do Sistema Solar. Na realidade, o seu tamanho, composição, atmosfera, hidrosfera e a estrutura do seu interior contribuem para essa singularidade.

### **1. Objectivos de aprendizagem**

- Rever concepções adquiridas em anos anteriores.
- Reforçar conceitos considerados estruturantes no conhecimento geológico.
- Caracterizar a Geologia através da identificação dos métodos de investigação próprios e dos seus princípios básicos de raciocínio.
- Reconhecer a importância das controvérsias e mudanças conceptuais na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a Ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos.
- Reconhecer que a Terra, um planeta entre muitos outros, faz parte de um Sistema Solar em evolução.
- Compreender a importância do estudo de outros corpos planetários para o melhor conhecimento do nosso planeta e vice-versa.
- Avaliar potenciais ameaças para o futuro da Terra.
- Reconhecer a necessidade de uma melhoria da gestão ambiental e de um desenvolvimento sustentável.
- Identificar alguns dos factores de risco geológico no nosso país, valorizando as causas naturais e a influência das actividades humanas.

## 2. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Recordar e enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
<p><b>Parte A</b></p> <p>1.A Terra e os seus subsistemas em interacção.</p> <p>1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera).</p> <p>1.2 Interação de subsistemas.</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>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>Admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>	<p>O conceito de sistema (aberto e fechado).</p> <p>A interacção dos diferentes subsistemas terrestres.</p>	<p>Limitar a análise e interpretação dos fenómenos geológicos à geosfera, considerando-a independente dos outros subsistemas.</p>	<p>- Atmosfera</p> <p>- Biosfera</p> <p>- Geosfera</p> <p>- Hidrosfera</p> <p>- Sistema Terra</p>	3
<p>2.As rochas, arquivos que relatam a História da Terra.</p> <p>2.1 Rochas sedimentares.</p> <p>2.2 Rochas magmáticas e metamórficas.</p> <p>2.3 Ciclo das rochas.</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>Admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>	<p>A existência de diferentes tipos de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas), fornecendo todas elas informações sobre o passado da Terra.</p> <p>O facto de as rochas sedimentares se disporem, habitualmente, em estratos e serem as mais comuns à superfície da Terra.</p>	<p>Uma caracterização pormenorizada dos diferentes tipos de rochas e dos seus respectivos ambientes de formação.</p> <p>A referência, no ciclo das rochas, aos seus subciclos.</p>	<p>- Estrato</p> <p>- Rocha sedimentar</p> <p>- Rocha magmática</p> <p>- Magma</p> <p>- Rocha metamórfica</p> <p>- Ciclo das rochas</p>	4

<p>3.A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Idade relativa e idade radiométrica. 3.2 Memória dos tempos geológicos.</p> <p>4. A Terra, um planeta em mudança.</p> <p>4.1 Princípios básicos do raciocínio geológico. 4.1.1 O presente é a chave do passado (actualismo geológico). 4.1.2 Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo). 4.2 O mobilismo geológico.</p>			<p>A contínua formação, destruição e reciclagem das rochas – ciclo das rochas.</p> <p>O significado das escalas do tempo geológico, reconhecendo que estas representam uma sequência de divisões na História da Terra, sendo as respectivas idades registadas em milhões de anos. As principais divisões correspondem a momentos de grandes extinções.</p> <p>O reconhecimento de princípios de raciocínio e métodos de investigação característicos da Geologia, destacando-se, em especial, o actualismo, o catastrofismo e o uniformitarismo.</p> <p>A noção de que o mesmo fenómeno geológico pode, por vezes, ser interpretado a partir de mais do que um modelo explicativo, desempenhando as controvérsias e os debates um papel importante na construção do conhecimento científico.</p>	<p>A memorização das designações atribuídas às diferentes divisões ou, inclusivamente, da sua duração temporal.</p> <p>A ideia de que existem, sempre, modelos explicativos únicos para um mesmo fenómeno.</p> <p>O estudo pormenorizado dos mecanismos relativos à tectónica de placas.</p> <p>Uma caracterização dos diferentes tipos de placas (continental, oceânica e mista).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fóssil</li> <li>- Princípio da sobreposição</li> <li>- Idade relativa e idade radiométrica</li> <li>- Escala do tempo geológico</li>   <li>- Actualismo geológico</li> <li>- Catastrofismo</li> <li>- Uniformitarismo</li> <li>- Tectónica de placas</li> <li>- Placa litosférica</li> <li>- Limites de placas (convergentes, divergentes e conservativos).</li> <li>- Extinção</li> </ul>	<p>4</p>     <p>4</p>
---	--	--	--	--	---	--------------------------------------



<p>As placas tectónicas e os seus movimentos.</p>			<p>O facto de a história da Terra estar marcada pelo aparecimento, evolução e extinção de muitas espécies.</p> <p>O reconhecimento da existência de uma camada terrestre exterior sólida fragmentada em placas, as quais se encontram em constante movimento.</p>			
<p><b>Parte B</b></p> <p>1. Formação do Sistema Solar.</p> <p>1.1 Provável origem do Sol e dos planetas.</p> <p>1.2 Planetas, asteróides e meteoritos.</p> <p>1.3 A Terra – acreção e diferenciação.</p> <p>2. A Terra e os planetas telúricos.</p> <p>2.1 Manifestações</p>	<p>Identificar elementos constitutivos das situações-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</p>	<p>Manifestar curiosidade e criatividade na formulação de perguntas e hipóteses.</p> <p>Valorizar o meio natural e os impactos de origem humana.</p> <p>Apreciar a importância da Geologia na prevenção de impactos geológicos e na melhoria da gestão ambiental.</p> <p>Tomar consciência</p>	<p>Alguns aspectos relacionados com a natureza do conhecimento científico.</p> <p>A existência de factos observados com os quais a teoria actualmente aceite é coerente, assim como a existência de outros factos que esta teoria tem dificuldade em explicar.</p> <p>O conhecimento científico é um conhecimento em construção e são vários os factores que o impulsionam.</p> <p>A existência de planetas geologicamente activos em contraste com planetas geologicamente inactivos.</p>	<p>Que a teoria actualmente aceite para a origem do Sistema Solar seja vista como um modelo terminado que traduz a realidade.</p> <p>Considerar-se que são unicamente os aspectos puramente científicos que impulsionam a investigação.</p> <p>Uma descrição exaustiva das características planetárias.</p>	<p>- Teoria científica</p> <p>- Nébula</p> <p>-Teoria sobre a origem do Sistema Solar. Alguns factos que apoiam a teoria e algumas questões em aberto sobre o Sistema Solar.</p> <p>- Asteróide, cintura de asteróides e meteoritos.</p> <p>- Planetas telúricos e</p>	<p>5</p> <p>5</p>

<p>da actividade geológica. 2.2 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático</p>	<p>bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p>	<p>da necessidade de respeitar as normas legais para diminuir situações de risco.</p>	<p>As fontes de energia para a actividade geológica a nível planetário.</p>	<p>A ideia de que actividade geológica apenas se reduz ao nosso planeta.</p>	<p>gigantes. - Acreção e diferenciação.</p>	
	<p>Utilizar diferentes formas de comunicação oral e escrita.</p>	<p>Adoptar atitudes a favor da reciclagem de materiais.</p>	<p>O estudo comparativo dos planetas Terra e Lua.</p>	<p>A caracterização das fontes de energia, assim como a pormenorização das manifestações de actividade geológica interna.</p>	<p>- Fontes de energia e actividade geológica. - Sistema Terra-Lua, aspectos comuns e não comuns.</p>	
<p>3. A Terra, um planeta único a proteger.</p>	<p>Elaboração de cartas de risco, a nível mundial e a nível do país, assinalando os locais de maior susceptibilidade aos riscos naturais.</p>	<p>Desenvolver novos códigos de conduta.</p>		<p>A referência, com carácter muito descritivo, a estruturas lunares e à sua composição litológica.</p>		
<p>3.1 A face da Terra. Continentes e fundos oceânicos.</p>	<p>Consultar legislação sobre a prevenção de riscos naturais.</p>		<p>O nosso ambiente é altamente integrado e não é dominado unicamente pela rocha, pelo ar e pela água. Antes é caracterizado por acções contínuas, à medida que o ar entra em contacto com a rocha, a rocha com a água e a água com o ar.</p>	<p>Caracterizar exhaustivamente cada subsistema, excepto no que respeita aos aspectos morfológicos mais salientes dos continentes e dos fundos oceânicos, sobretudo porque estes constituem a superfície típica da Terra sólida.</p>	<p>- Escudos e cadeias montanhosas.</p>	<p>8</p>
<p>3.2 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres.</p>	<p>Analisar imagens e notícias relativas a riscos geológicos.</p>		<p>A biosfera, o subsistema que contém todas as formas de vida do planeta, estende-se para o interior de cada um dos três outros subsistemas e é, também, uma parte integrante da Terra.</p>	<p>Uma demasiada pormenorização e aprofundamento dos vários tópicos propostos.</p>	<p>- Fundos abissais, plataforma continental e talude ou vertente continental.</p>	
<p>3.2.1 Impactos na geosfera.</p>	<p>Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.</p>		<p>Apenas uma visão global dos impactos geológicos, deixando para tratamento posterior os aspectos de pormenor.</p>		<p>- Cristas oceânicas ou dorsais e fossas oceânicas.</p>	
<p>3.2.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>					<p>- Crescimento populacional.</p>	
					<p>- Risco geológico e impacto ambiental.</p>	
					<p>- Recursos naturais</p>	

			<p>O impacto que o crescimento populacional e o desenvolvimento económico têm no incremento da exploração de recursos naturais.</p> <p>Os riscos geológicos associados à dinâmica interna e externa da geosfera.</p> <p>O conceito de desenvolvimento sustentável.</p> <p>Que a energia utilizada nas nossas tecnologias, transportes, indústrias e agricultura se obtém quase exclusivamente a partir de reservas de carbono não renovável – petróleo, carvão e gás natural –, que declinam rapidamente.</p> <p>Que a exploração dos recursos minerais interrompe os ciclos geológicos e, frequentemente, os altera profundamente.</p>		<p>renováveis e não renováveis.</p> <p>- Desenvolvimento sustentável.</p> <p>- Poluição e reciclagem.</p>	
--	--	--	---	--	---	--

### **3. Situações-problema**

#### **Parte A**

Entre as diversas questões que, nos últimos anos, têm suscitado o interesse dos geólogos e que, em simultâneo, têm sido alvo de uma grande divulgação em termos mediáticos, encontra-se a da extinção dos dinossauros, problema para o qual têm vindo a ser propostos diferentes modelos explicativos.

Através da introdução desta questão como fio condutor do Módulo I – Parte A, pretende-se rever uma série de conceitos adquiridos anteriormente e, ao mesmo tempo, corrigir algumas concepções erradas que, sobre este assunto, se têm desenvolvido devido às abordagens sensacionalistas que frequentemente têm sido feitas. Deve ser destacado o facto de existir mais do que um modelo explicativo para a sua extinção, aproveitando-se a oportunidade para colocar em evidência o processo de construção do conhecimento científico.

#### **Parte B**

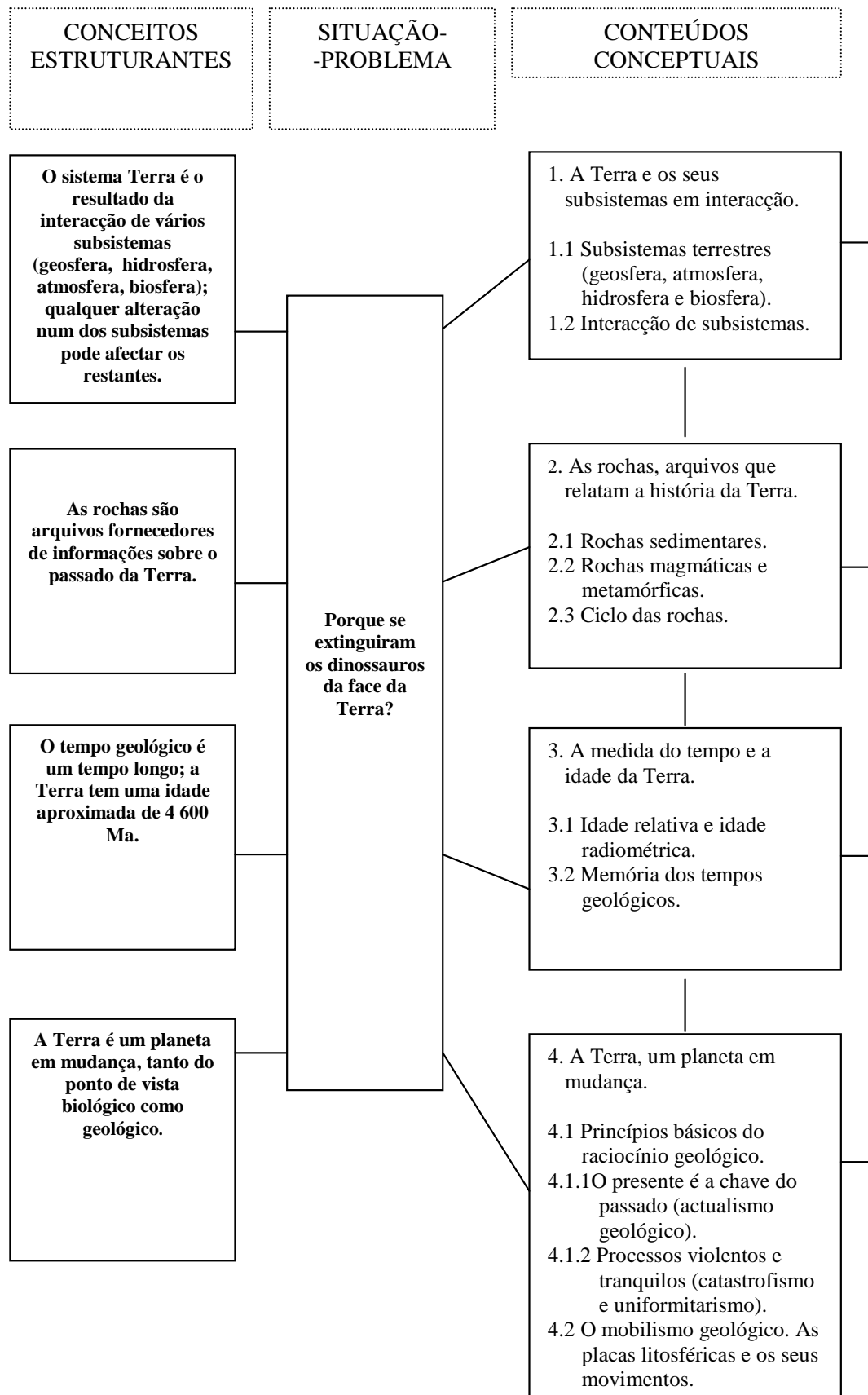
“Qual o futuro do nosso planeta?”

Os resultados obtidos com o estudo de outros corpos planetários pertencentes ao Sistema Solar contribuem, cada vez mais, para um melhor conhecimento dos fenómenos terrestres, do mesmo modo que um melhor conhecimento destes facilita a compreensão do Sistema Solar.

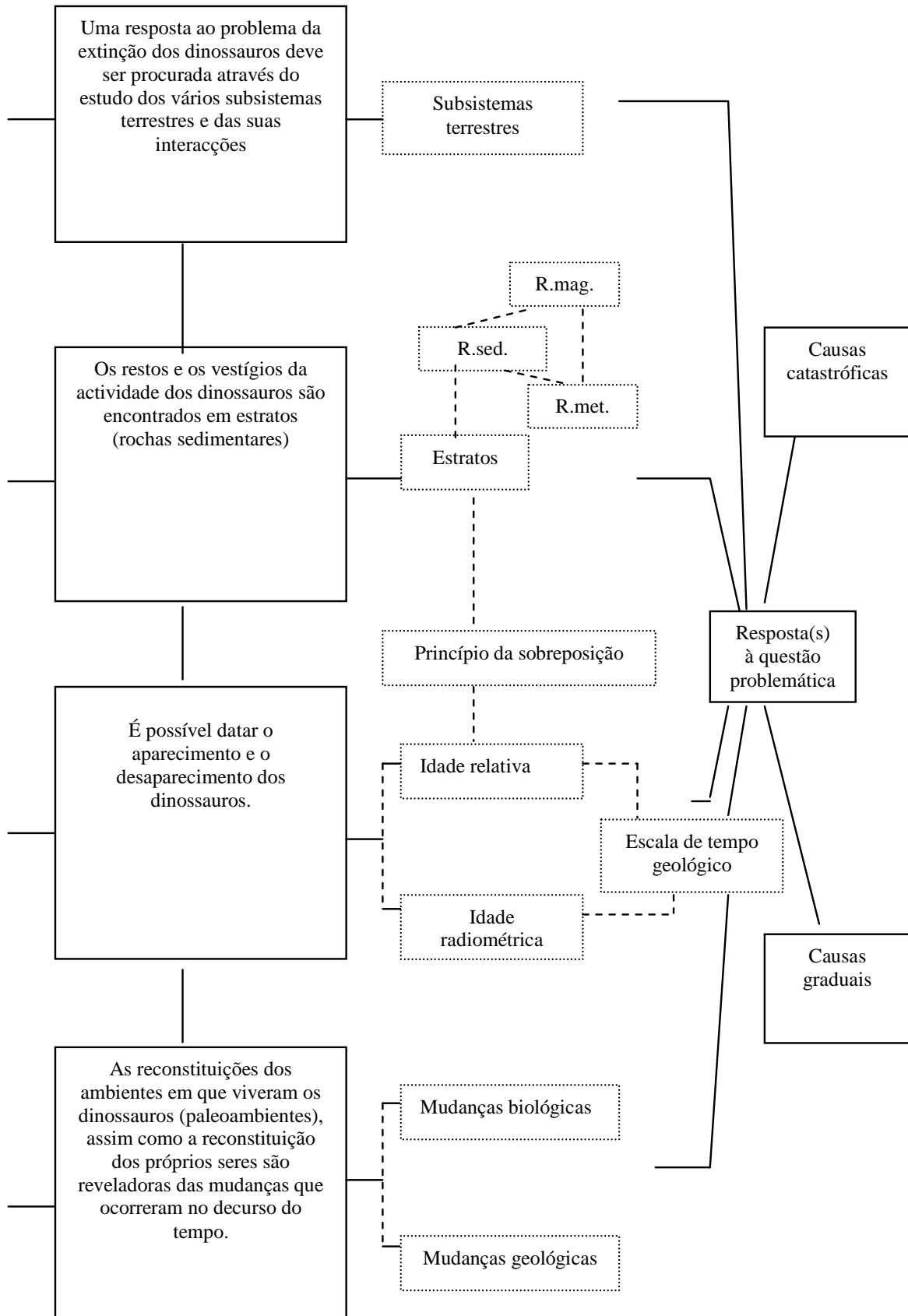
Problemas como o da antevisão do futuro do nosso planeta, incluindo nele as questões de gestão ambiental e do próprio futuro da Humanidade, requerem a análise dos fenómenos geológicos, não como manifestações particulares, limitadas à Terra, mas sim como fenómenos com um carácter mais geral, pertencentes a um Universo em evolução.

## 4. Cartas de Exploração Geral do Módulo 1

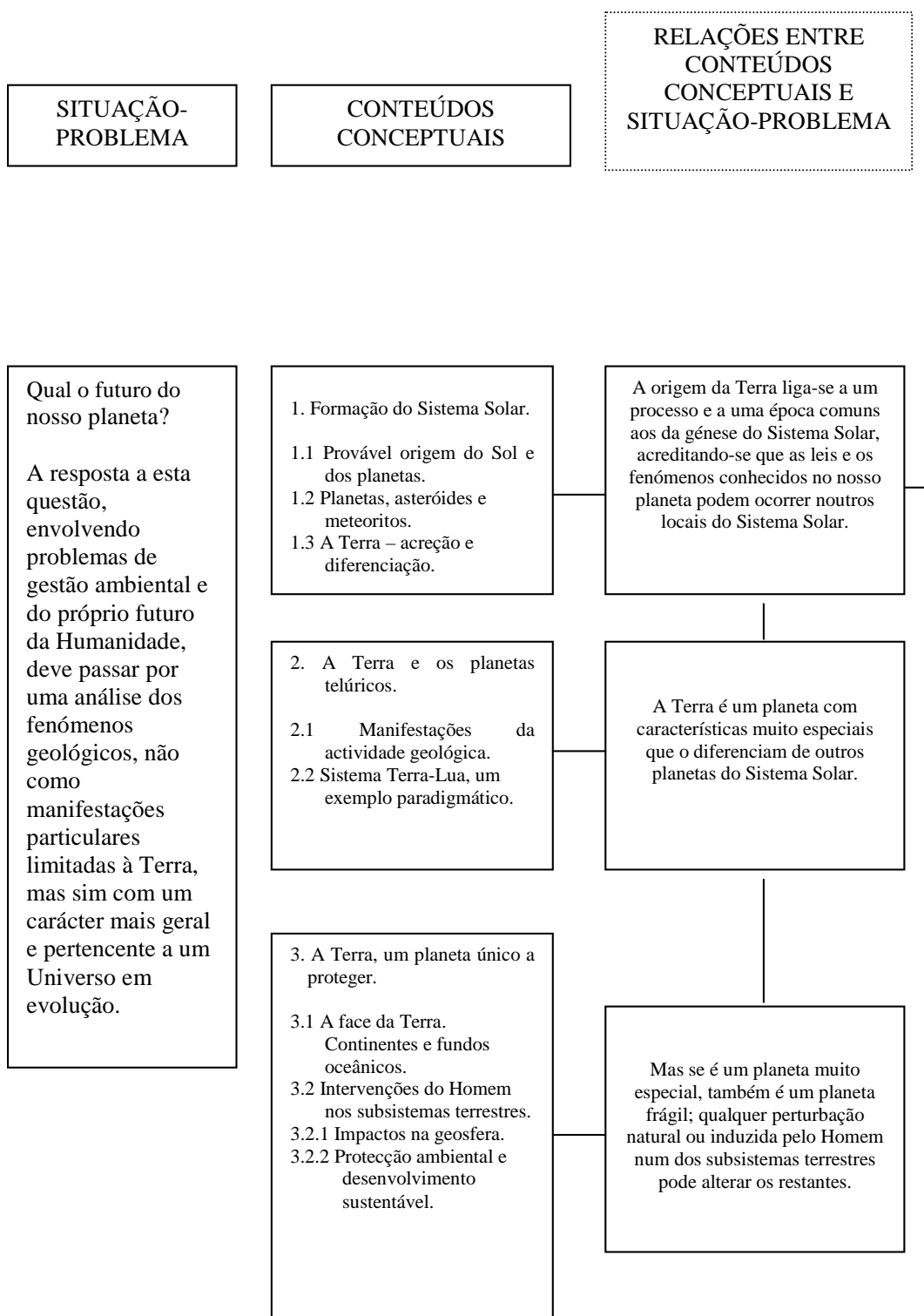
### PARTE A



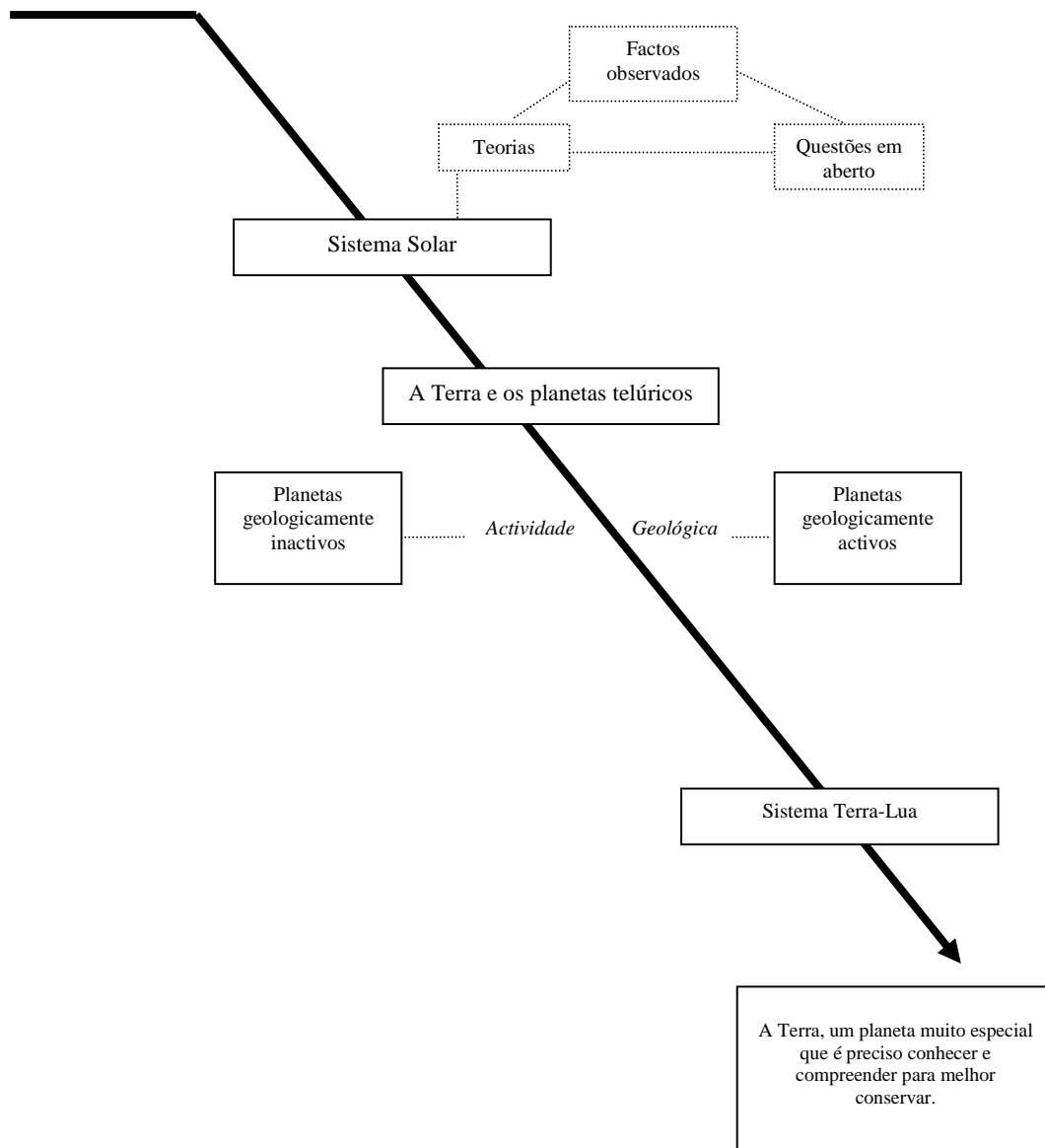
**RELAÇÕES ENTRE CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E SITUAÇÃO-PROBLEMA**



## PARTE B



## RELAÇÕES ENTRE CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E SITUAÇÃO-PROBLEMA





## 5. Sugestões metodológicas

### Parte A

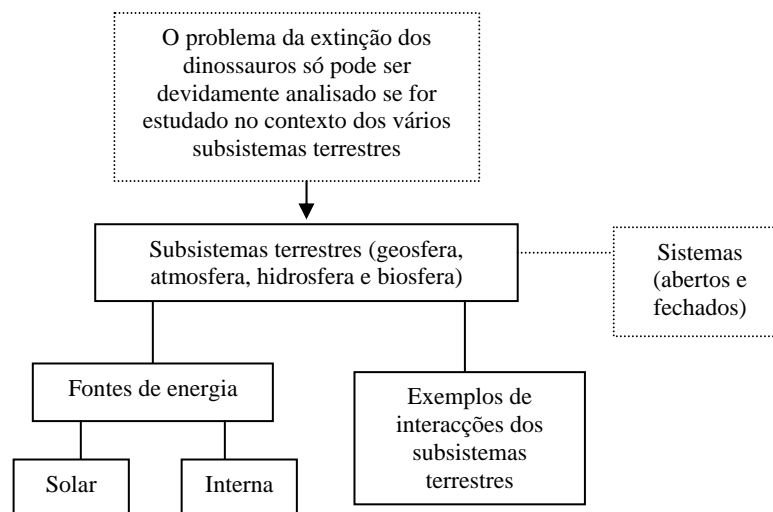
#### 1. A Terra, um planeta formado por vários subsistemas em interacção

##### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

A Terra, pequeno planeta vulnerável e suspenso no espaço, é um sistema dinâmico que troca energia com o exterior, mas cujas trocas de matéria com o espaço vizinhas não são significativas. No entanto, os seus subsistemas, constituídos pela superfície sólida, pelas águas, pelo invólucro de gases e pelos organismos vivos, interagem de forma complexa. O equilíbrio dinâmico em que se encontram depende da permuta de matéria e de energia que, ao longo do tempo geológico, fazem entre si em ciclos contínuos de mudança.

O nosso planeta é, pois, um sistema único e interactivo que, tal como numa fotografia tirada do espaço, deve ser visto de um modo global. Uma alteração num dos subsistemas causa, necessariamente, algures, uma alteração no sistema global e, por isso, o ambiente em que vivemos depende do envolvimento de todos eles – geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. Também o problema da extinção dos dinossauros só pode ser devidamente analisado se for estudado no contexto das mudanças que, ao longo da história da Terra, foram ocorrendo nos vários subsistemas terrestres.

##### B. Carta de exploração



##### C. Actividades práticas

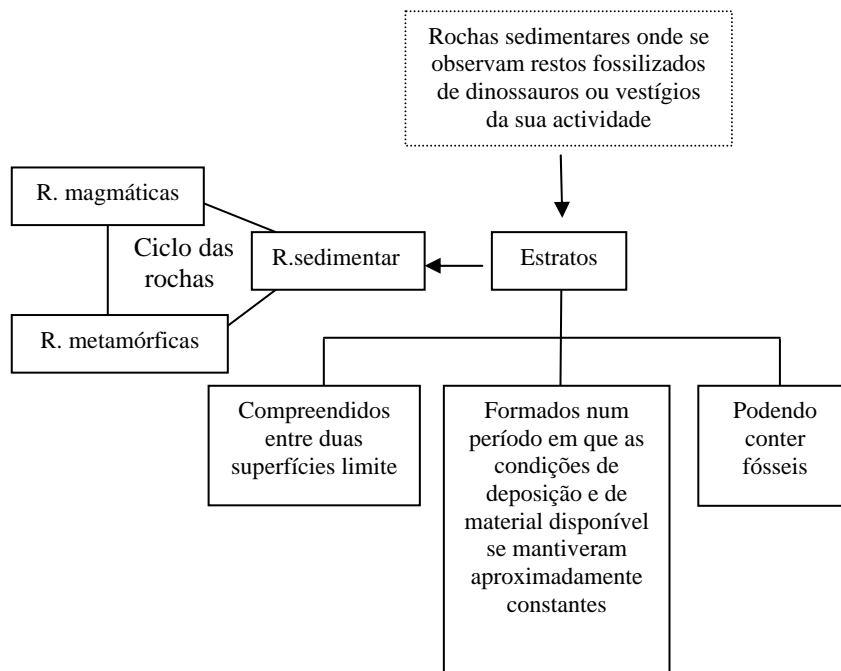
Através da Imprensa é possível recolher informação que permita testemunhar as interacções dos vários subsistemas, em alguns casos com efeitos positivos, embora na maior parte das situações se destaquem mais os efeitos negativos.

## 2. As rochas, arquivos que relatam a história da Terra

### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Os vestígios da presença de dinossauros à superfície da Terra são encontrados em rochas sedimentares. Estas rochas são caracterizadas por se apresentarem frequentemente em estratos. Referir que, além destas, existem rochas magmáticas e metamórficas que, em conjunto com as primeiras, fazem parte do designado ciclo das rochas.

### B. Carta de exploração



### C. Actividades práticas

Sugere-se para este tema a realização de uma actividade experimental enquadrada por um episódio da história da Geologia.

Uma análise da evolução do conhecimento geológico é reveladora da importância da aquisição do conceito de estrato, facilitador de uma compreensão da história da Terra.

O primeiro autor a fazer uso deste termo, num contexto geológico, foi Nicolaus Steno (1638-1686), considerado por muitos como um dos fundadores da Geologia, exactamente por ter desenvolvido um dos seus princípios básicos. O termo "estrato", que já era utilizado pelos químicos e pelos médicos para se referirem aos depósitos que, por vezes, se formavam nos seus recipientes de ensaio, foi transportado por Steno para a Geologia. Ele definiu os estratos como camadas de sedimentos, depositadas a partir de fluidos numa posição inicialmente horizontal, podendo, no entanto, ser posteriormente deformados. Embora não tivesse formulado de forma explícita o princípio da sobreposição dos estratos, este estava implícito nos seus trabalhos.

Entre as diversas questões que a obra de Steno nos pode sugerir e que podem servir para orientar uma actividade experimental, encontram-se as seguintes:

- Serão os estratos sempre horizontais quando se formam?
- O que pode conduzir à inclinação que é observada em grande parte dos estratos?
- O que pode levar a distinguir um estrato do anterior ou do seguinte?

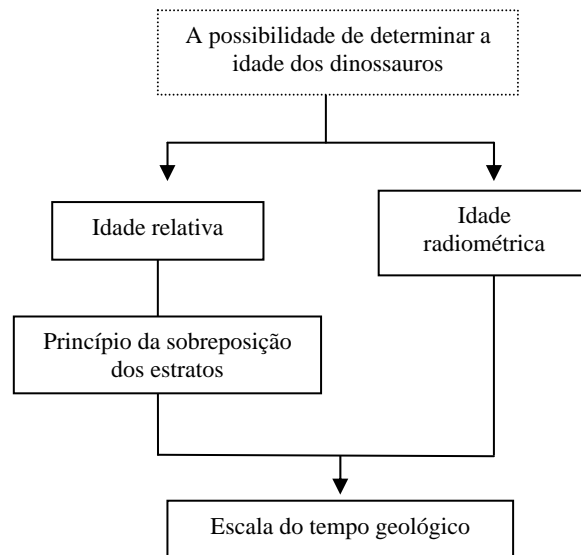
Com material relativamente simples, um recipiente de vidro largo, tipo aquário, e diversos tipos de material detrítico (areias com granulometrias e cores diferentes) podem ser ensaiadas e discutidas diversas situações.

### 3. A medida do tempo geológico e a idade da Terra

#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

A época em que viveram os dinossauros pode ser determinada através de uma datação relativa ou de uma datação radiométrica das rochas onde se encontram os seus vestígios. Durante mais de 170 Ma estes seres viveram sobre o nosso planeta, tendo-se extinguido há cerca de 65 Ma.

#### B. Carta de exploração



#### C. Actividades práticas

C1. Um episódio da História da Geologia, protagonizado por Lorde Kelvin (1824-1907), um físico de grande prestígio na sua época, marcou um período de mudança conceptual importante. Às metodologias uniformitaristas dos geólogos, com uma fundamentação essencialmente qualitativa, contrapuseram-se os dados quantitativos dos físicos, os quais lhes granjearam, na época, uma grande notoriedade entre a comunidade científica.

Defensor do modelo de um planeta em arrefecimento, Kelvin calculou, unicamente com base em dados físicos, sem levar em conta a energia resultante da radioactividade, desconhecida na época, uma idade para a Terra de cerca de 98 Ma. Este valor não foi bem recebido pelos geólogos, que necessitavam de trabalhar com períodos de tempo muito longos para justificarem algumas das alterações que observavam, tendo dado origem a uma intensa controvérsia. Foi necessário esperar pelo início do século XX para que, com a descoberta da radioactividade e dos métodos de datação radiométrica, à idade da Terra fosse atribuído um valor aproximado de 4 600 Ma.

São diversas as questões que podem ser abordadas a partir deste exemplo: Por que razão o valor obtido por Lorde Kelvin para a idade da Terra chocou tanto a comunidade geológica? Qual a influência que os factores sociais, neste caso o prestígio de um cientista, podem desempenhar para a aceitação ou não de uma teoria?

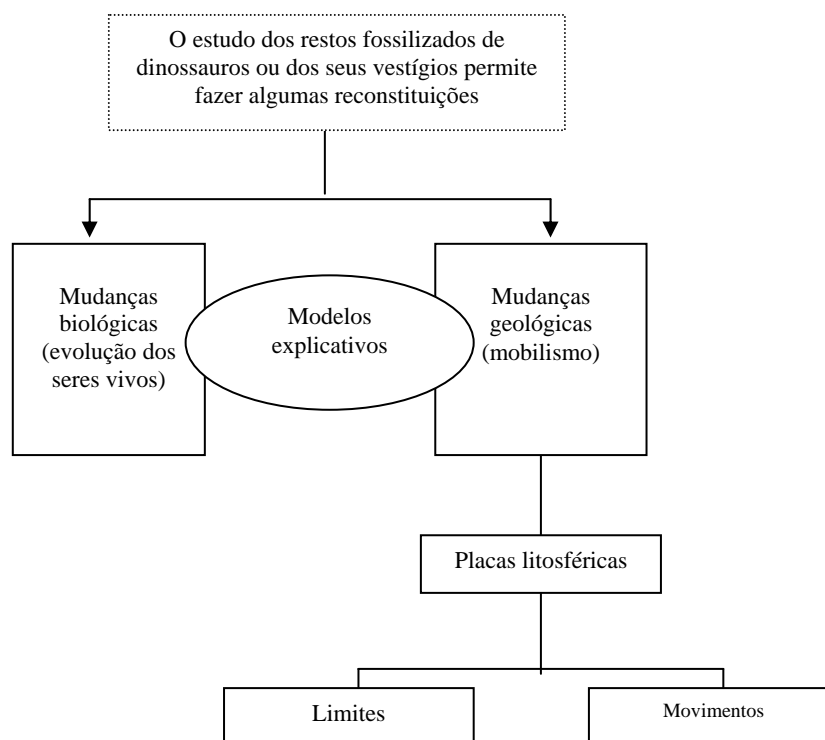
C2. É frequente os alunos possuírem ideias pouco correctas sobre a idade dos dinossauros e o período em que estes viveram sobre o nosso planeta. Uma actividade que familiarize os alunos com a escala de tempo geológico e com o registo sobre esta dos principais acontecimentos da história da Terra pode contribuir para a construção de um modelo que ajude à percepção do conceito de tempo geológico. Começa, então, por se reduzir os 4 600 Ma da idade da Terra a apenas um ano de 365 dias. São diversas as questões que podem ser abordadas a partir daquele pressuposto. A quantos milhões de anos equivale um “dia”? Os anfíbios saíram da água há aproximadamente 300 Ma. Marcar num calendário o dia correspondente àquele acontecimento. Assinalar num calendário o “dia” correspondente à extinção dos dinossauros, que ocorreu há cerca de 65 Ma. O Homem existe na Terra há cerca de 1 Ma. A quantas “horas” de um “dia” corresponde aquele valor?

## 4. A Terra, um planeta em mudança

### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Os dinossauros foram evoluindo e dando origem a várias espécies durante os cerca de 170 Ma que viveram sobre a Terra. Paralelamente a esta evolução biológica, durante aquele período de tempo, ocorreram grandes alterações geológicas, nomeadamente a abertura do oceano Atlântico e a formação de várias cadeias montanhosas.

### B. Carta de exploração



### C. Actividades práticas

C1. A noção de que a história do Homem sobre a Terra tinha sido antecedida por uma outra história, anterior à sua presença, começou a tornar-se evidente no final do século XVIII. As rochas sedimentares estratificadas possuíam, muitas vezes, uma espessura e riqueza em fósseis que sugeria uma deposição extremamente lenta, o que, por sua vez, implicava a aceitação de cronologias longas. Porém, nem todos os defensores de uma escala de tempo longa aceitaram unicamente a actuação de causas lentas e graduais. Para muitos, esse tempo imenso poderia ter sido interrompido por catástrofes violentas.

Georges Cuvier (1769-1832) foi um dos principais defensores do catastrofismo geológico, tendo considerado que a Terra esteve sujeita, com uma certa regularidade, a súbitas e violentas alterações que teriam provocado a extinção da fauna e da flora existentes. A estes períodos de extinção seguir-se-iam períodos de estabilidade em que uma nova fauna e uma nova flora voltariam a ocupar a superfície do globo terrestre.

Reviver as principais ideias defendidas por Cuvier pode suscitar algumas questões com interesse didáctico: como é possível que os mesmos objectos e fenómenos possam ser interpretados a partir de dois modelos distintos? No final do século XIX e princípios do século XX as teorias catastrofistas foram fortemente criticadas, acabando por prevalecer as explicações que enfatizavam uma visão uniformitarista: que factores contribuíram para esta mudança? Actualmente, assiste-se a um novo interesse pelas concepções catastrofistas, sob a designação de neocatastrofismo: a que se deve este ressurgir?

C2. Desenvolver um conhecimento procedimental do modo como os geólogos estudam a Terra, identificando as escalas físicas (da atómica até à planetária) e as escalas temporais de observação que utilizam, realizando cálculos simples para a determinação de taxas de mudança de alguns processos geológicos, estabelecendo inferências a partir, por exemplo, de vestígios da actividade de dinossauros, chamando a atenção para a necessidade que os cientistas têm de se manterem abertos a outras evidências e argumentos. Algumas pistas para a preparação desta actividade podem ser obtidas em:

Bush, R.M. (1996). *Laboratory Manual in Physical Geology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

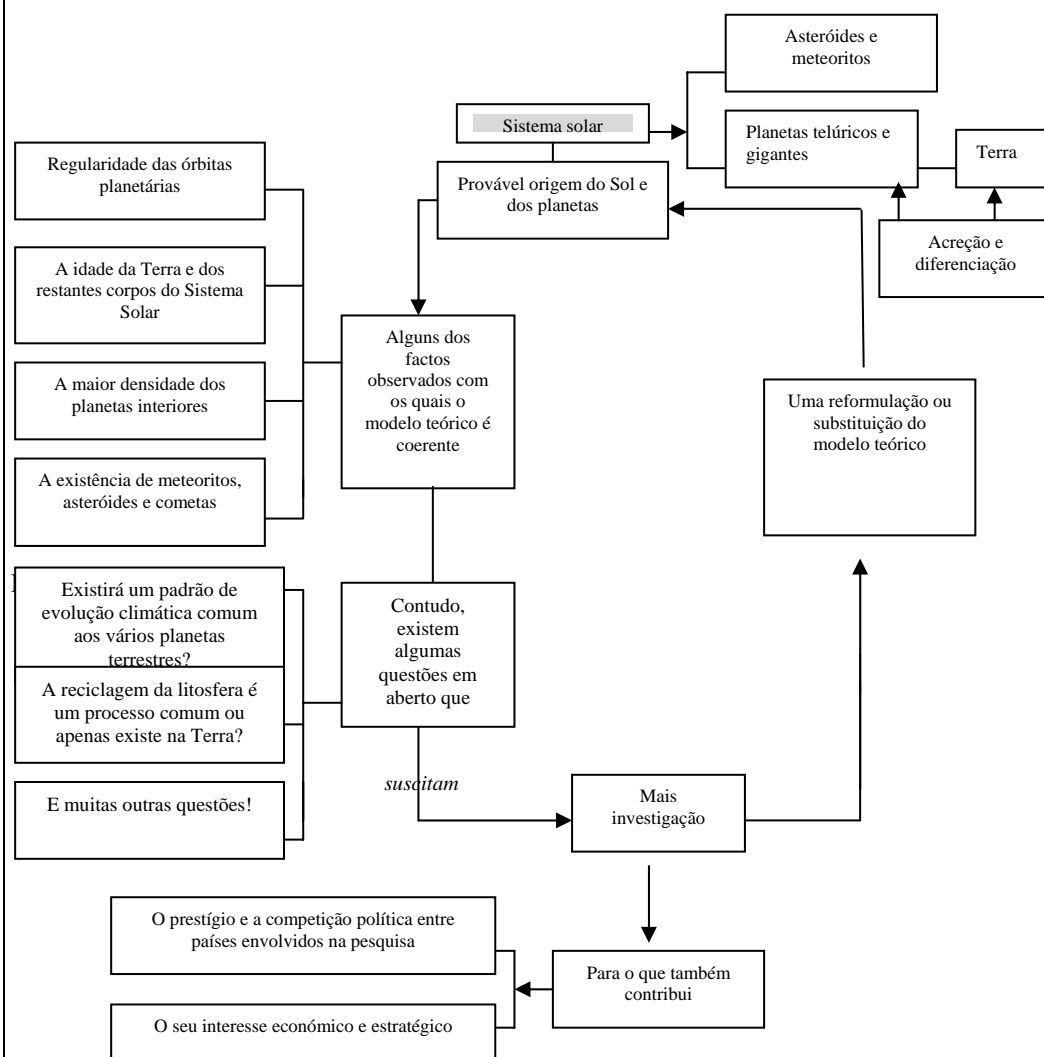
## PARTE B

### 1. A Formação do Sistema Solar

#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

O Sistema Solar terá tido origem há cerca de 5 mil milhões de anos, quando uma nuvem de gás interestelar – uma nébula – se projectou, sob a força da gravidade, para o interior da nossa galáxia – a Via Láctea – e se formou o Sol. À medida que o calor se concentrava no centro desta jovem estrela, a matéria da nébula que a rodeava começou a arrefecer e a condensar-se em grãos pequeníssimos – os planetesimais – que, colidindo e coalescendo, formaram agregados cada vez maiores, considerados como os núcleos dos planetas em desenvolvimento. Atraindo matéria adicional, estes corpos continuaram a crescer por acumulação gradual de partículas, ou seja, por acreção. O Sistema Solar consiste numa estrela, uma família de 9 planetas e pelo menos 58 luas, milhares de asteróides e de cometas. Os planetas terrestres são constituídos sobretudo por matéria rochosa e os planetas exteriores, muito maiores (excepto Plutão), são compostos essencialmente por gases, com majestosos anéis e dezenas de satélites, e não apresentam superfície sólida.

#### B. Carta de exploração





### **C. Actividades práticas**

C1. A ficção científica, tanto através de filmes como de livros, pode fornecer material que suscite a realização de algumas actividades, nomeadamente de debates. Comparar obras de ficção modernas com obras mais antigas, ou mesmo comparar estes relatos com a investigação espacial pode contribuir para chamar a atenção para as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade.

C2. Debates previamente preparados pelos alunos sobre alguns temas polémicos, como a astrologia e a astrogeologia ou a ética e a exploração espacial, podem também facilitar a integração de vários conceitos, assim como permitir compreender os diversos factores que influenciam o desenvolvimento do conhecimento científico.

C3. Através da Internet ou através de aplicações em CD-ROM é possível encontrar uma grande quantidade e diversidade de materiais que poderão suportar actividades de ensino/aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos procedimentais relativos à recolha e tratamento de informação, assim como à fundamentação de eventuais debates sobre a evolução do conhecimento científico e as relações entre ciência e tecnologia.

### **D. Recursos específicos**

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

Este livro, especialmente dirigido aos professores do ensino secundário foi fonte de recolha das sugestões C1 e C2. Além das propostas referidas apresenta ainda outras sugestões.

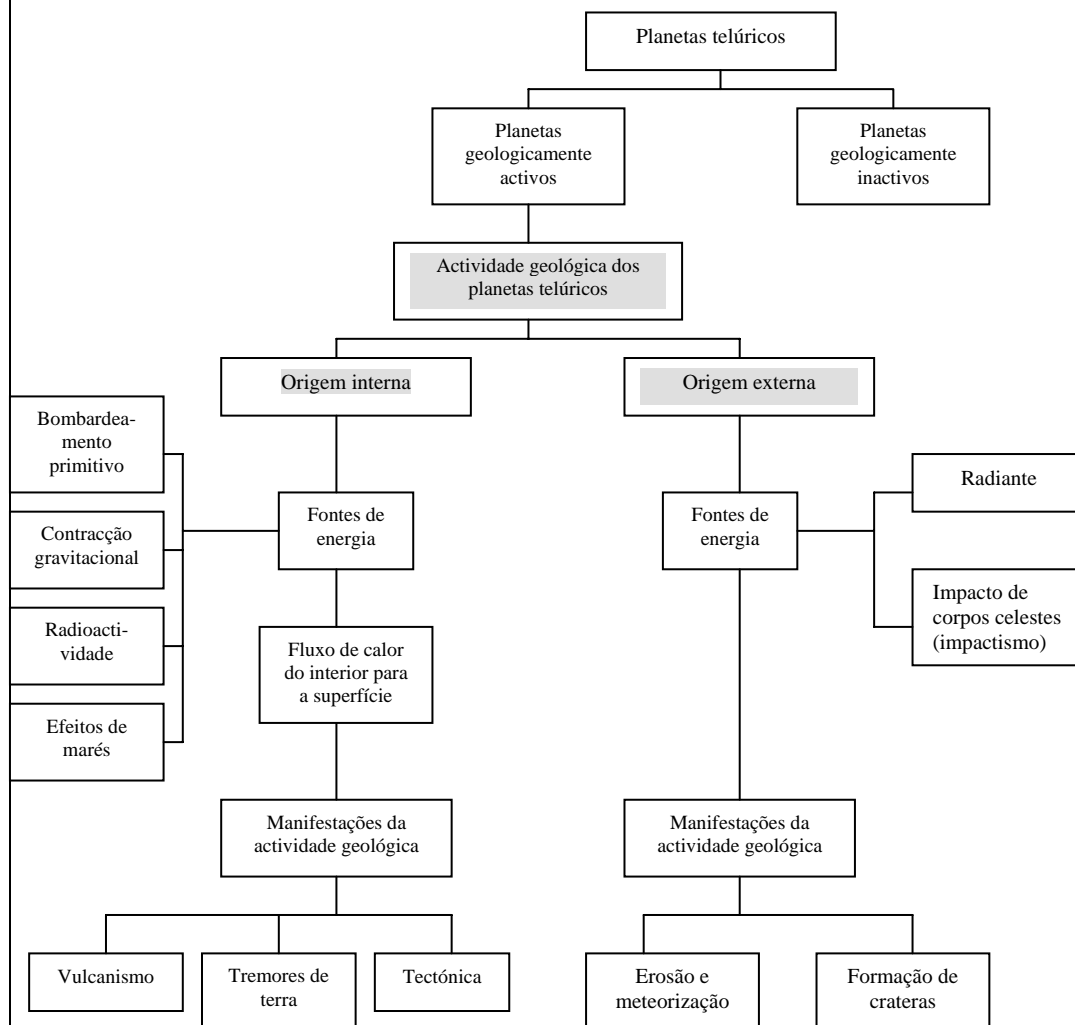
- As aplicações em CD-ROM “Enciclopédia do Espaço e do Universo” e as aplicações em disquete de 3 ½ “SkyGlobe”, “Orbits” e “Planetwatch” podem constituir material de apoio para algumas actividades.

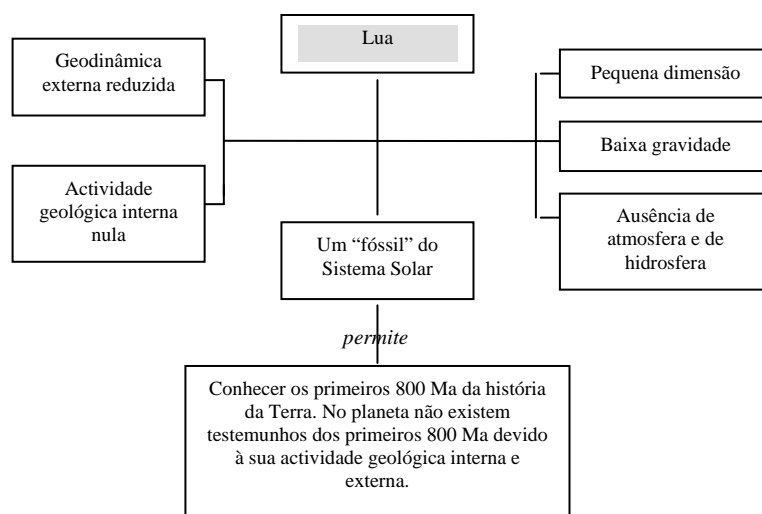
## 2. A Terra e os planetas telúricos

### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Todos os planetas do Sistema Solar foram criados ao mesmo tempo e a partir da mesma matéria original há cerca de 4 600 milhões de anos. Os planetas telúricos, interiores ou terrestres são muito semelhantes à Terra, pois a sua composição torna-os diferentes dos planetas exteriores, gigantes ou longínquos. Sensivelmente do mesmo tamanho, massa e composição, os planetas telúricos apresentam, de per si, aspectos distintos. Por exemplo, a superfície de Mercúrio é dominada por crateras de impacte meteorítico; Vénus, com a sua espessa atmosfera de dióxido de carbono, apresenta numerosos vulcões, planaltos elevados e planícies suaves; Marte, com gigantescos vulcões extintos, enormes “canyons” e leitos de rios longos e secos, características geológicas que mostram quanto a sua superfície foi dinâmica. E a nossa vizinha Lua? A sua superfície deixa ver dois tipos contrastantes de formas terrestres: terras altas e densamente marcadas por crateras de impacte e planícies de lava escuras e suaves, os “mares”, denotando ter havido intensa actividade vulcânica.

### B. Cartas de exploração





### C. Actividades práticas

C1. A realização de alguns jogos, baseados nas provas de selecção de astronautas realizadas pela NASA, podem permitir colocar aos alunos problemas para cuja resolução serão conduzidos a fazer uso de um certo número de conhecimentos.

No exemplo mais clássico deste tipo de actividades, os alunos podem ser colocados perante uma lista com os mais diversos tipos de materiais e ser-lhes pedido para numa situação de perigo, num determinado planeta, seleccionarem o material imprescindível para a sua sobrevivência, fundamentando as várias opções.

C2. Lançando esferas sobre duas ou três camadas de areias de grão fino e tonalidades variadas (gesso ou cimento branco e cimento comum) fica-se com a ideia da forma das crateras de impacte. Pode verificar-se a maneira como as partículas resultantes da colisão se dispersam e de como uma nova colisão pode erodir uma cratera anteriormente formada. Poderá também servir para que os alunos coloquem várias hipóteses relativamente à influência que o tipo de rocha e a inclinação do projectil exercem na forma da cratera. Para esta actividade é necessário o seguinte material: areia de grão fino e de tonalidades variadas, gesso (ou cimento branco) e cimento comum, calcador (maço) para premir as areias, colher, esferas (berlindes) e tabuleiro.

C3. Analisar fotografias da superfície de outros planetas, nomeadamente de Marte e da Lua, tentando decifrar a génese e evolução de determinadas formas de relevo comparativamente ao que ocorre no nosso planeta. Incentivar a formulação de hipóteses que expliquem a formação das referidas estruturas, suscitando a contrastação dessas diversas hipóteses entre si e com as dos cientistas que trabalham nesta área.

C4. Através da Internet ou através de aplicações em CD-ROM é possível encontrar uma grande quantidade e diversidade de materiais que poderão suportar actividades de ensino/aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos procedimentais relativos à recolha e tratamento de informação, assim como à fundamentação de eventuais debates sobre a evolução do conhecimento científico e as relações entre ciência e tecnologia.

#### **D. Recursos específicos**

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

Este livro, especialmente dirigido aos professores do ensino secundário foi a fonte de recolha para a sugestão C1. Além das propostas referidas apresenta ainda outras sugestões.

- Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (vol.3). nº 2 Dez. 1995.

Número monográfico da revista *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, especialmente dedicado às Ciências do Espaço, onde são referenciadas informações bibliográficas úteis.

### 3. A Terra, um planeta único a proteger

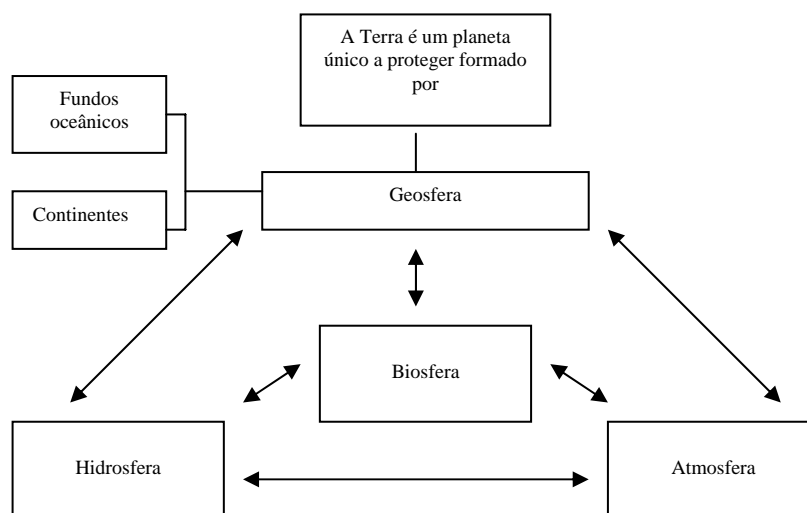
#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

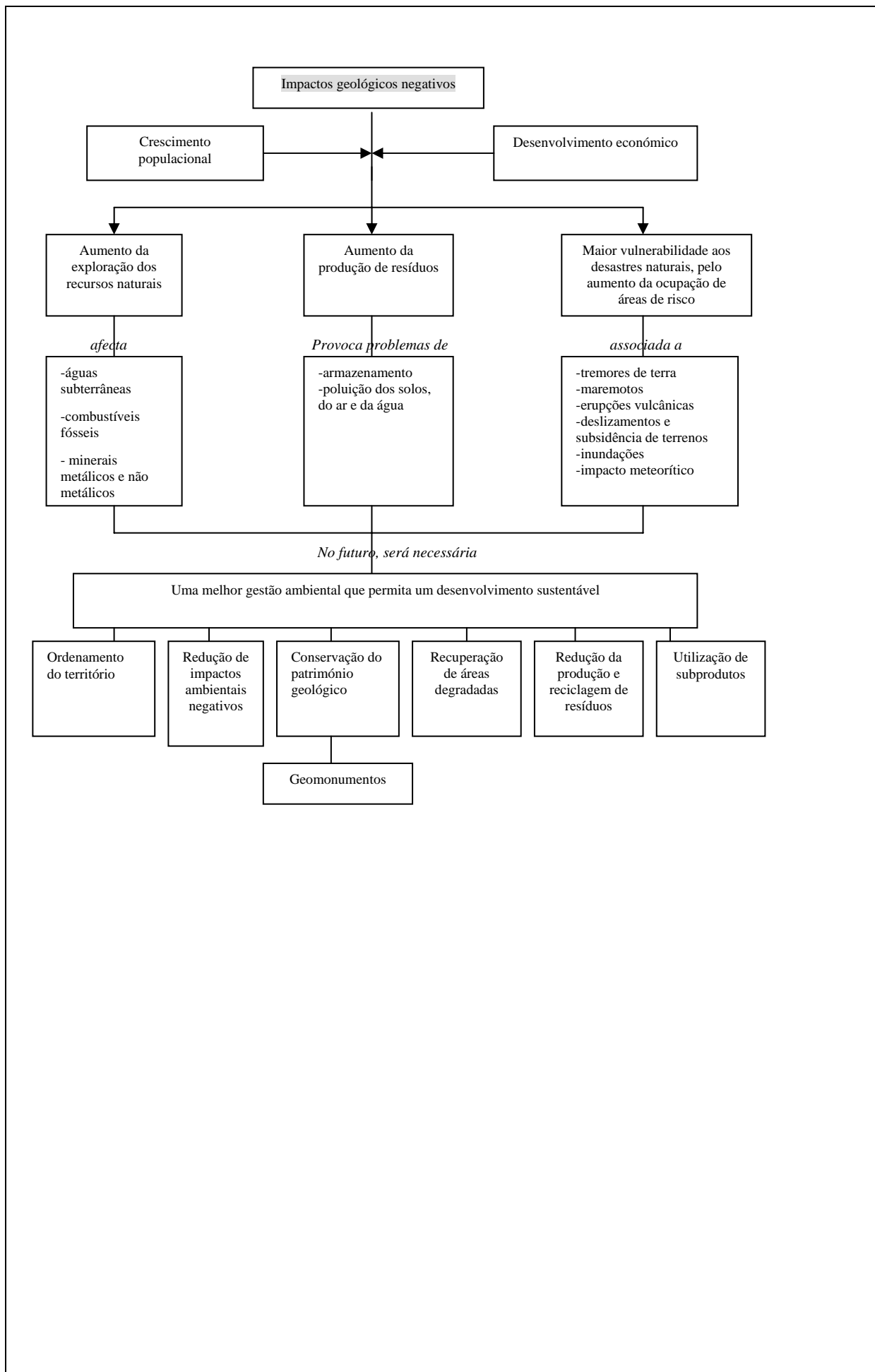
Por que é a Terra tão diferente dos seus vizinhos? Por diversas razões: só ela possui água abundante e mares azuis; uma atmosfera fina e gasosa, rica em oxigénio, com nuvens brancas em turbilhão, que nos mantém quentes, nos protege das radiações prejudiciais do Sol e realiza os ciclos de energia, da água e de elementos químicos; uma crosta dinâmica, formada por terras multicores, que muda continuamente como resultado da energia interna e da circulação das águas à superfície; e, acima de tudo, porque suporta essa complexa teia de vida a que chamamos biosfera.

As actividades humanas têm, cada vez mais, de respeitar os subsistemas da Terra e sua interactividade. O planeta recebe energia do Sol e devolve-a ao espaço após um contínuo ciclo de transformação, mas a quantidade de matéria é fixa, uma vez que são reduzidas as trocas de matéria que efectua. Assim, o Homem tem de aprender a viver com aquilo que tem, tomando em consideração que as suas actividades colectivas produzem alterações profundas nos subsistemas terrestres, tanto a nível local como a nível global. É imprescindível que se compreenda como “funciona” a Terra para que seja possível mantê-la activa por meios que evitem a destruição do sistema que suporta a vida.

O tratamento dos problemas ambientais não deve estar limitado aos processos geológicos que com eles estão implicados. Devem procurar-se abordagens mais amplas que contemplem referências a aspectos económicos, sociais, tecnológicos e legislativos.

#### B. Cartas de exploração





### **C. Actividades prácticas**

C1. Realização de jogos de simulação a partir da recriação de situações reais. As situações-problema podem ser inicialmente introduzidas através de notícias vindas a público na Imprensa, reflectindo problemas que necessitam de ser resolvidos. Aos alunos são distribuídas várias funções (autarca, membro de associação ambientalista, munícipe, geólogo, empresário, etc.), esperando-se que, em função delas, procedam a uma recolha de informação que lhes permita defender e fundamentar as suas propostas de solução. Este tipo de actividades pode integrar trabalho individual e em equipa.

C2. Comparar e analisar notícias publicadas na Imprensa relativas a situações de desastres naturais, procurando detectar:

- a) A influência exercida pela maior ou menor densidade populacional nas consequências dos desastres naturais.
- b) Os diferentes tipos de riscos naturais e induzidos.
- c) A relação entre risco e impacto geológico negativo.
- d) O tratamento dado às questões em função de diferentes estilos informativos
- e) O grau de importância atribuído aos diversos impactos em função de vários critérios.

C3. Analisar apólices de seguros, tentando identificar os riscos naturais que se encontram cobertos e os que se encontram excluídos.

C4. 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 fenómenos.

C5. Como tem evoluído a consciência mundial e a dos organismos internacionais relativamente a este assunto? Analisar a evolução da percepção dos problemas ambientais e de desenvolvimento a partir da Conferência do Rio de Janeiro, em 1992. Trabalhar sobre documentos resultantes das principais conferências mundiais pode contribuir para a construção de uma percepção holística dos problemas ambientais.

### **D. Recursos específicos:**

Suárez, L. & Regueiro, M. (ed. versão espanhola) (1997). *Guía Ciudadana de los Riesgos Geológicos*. Madrid: Ilustre Colegio de Geólogos de España.

## **MÓDULO 2 - PARTE I - COMPONENTE DE GEOLOGIA**

### **COMPREENDER A ESTRUTURA E A DINÂMICA DA GEOSFERA**

#### **Introdução**

A vida da Terra, a dinâmica da geosfera e dos subsistemas periféricos formam um todo intrincado de que os seres vivos - e o Homem em particular - são parte integrante.

A formação de novas montanhas é uma evidência do permanente dinamismo terrestre. A vida interna da Terra revela-se aos nossos olhos quando vulcões entram em actividade com regularidade ou após longos sonos, seculares ou milenares, adicionando aos solos, às águas e ao ar novos elementos que os renovam e que revitalizam novas gerações de organismos que com eles constroem os corpos. Viver, assim, num tal planeta é perigoso. Trata-se, no entanto, de um perigoso necessário.

Nós, humanos, vamos compreendendo princípios em que se funda e os processos que caracterizam a mecânica da Terra. Processos lentos, tão subtilmente lentos – como a isostasia – que não foram facilmente detectados, embora, pouco a pouco e continuamente, soergam massas continentais, processos lentos, como o arrastamento de placas litosféricas que, num movimento imperceptível mas contínuo, comprimem e dobram sedimentos posteriormente levantados, transformados em cordilheiras montanhosas.

Processos lentos, indutores de erupções vulcânicas, cujos sintomas premonitórios vamos identificando e utilizando, com êxito crescente, na protecção de populações por elas ameaçadas, ou de sismos, cuja ocorrência espacial e temporal exacta não conseguimos ainda prever. Sismos que, sendo dos mais temidos fenómenos naturais, pela sua imprevisibilidade e pelas suas pesadas consequências em comunidades humanas agrupadas em casas demasiado frágeis, nos permitiram abrir uma janela de conhecimento para o interior do planeta. As ondas que destroem vidas e bens são as mesmas que nos possibilitam detectar a estrutura íntima da quase-esfera em que vivemos, a existência de descontinuidades profundas entre zonas de composição e propriedades distintas, sem que, para tal, tenhamos que realizar a sonhada viagem ao centro da Terra.

Assim, à custa de experiências dolorosas, de uma reformulação constante dos nossos modelos e teorias, vamos conhecendo melhor a estrutura e dinâmica da geosfera e aprendendo a definir áreas e tempos de risco relativamente a catástrofes naturais de origem interna do domínio do vulcanismo e procurando pistas que nos venham a tornar possível prever, com razoável rigor, a ocorrência de sismos.

Damos os primeiros passos numa nova fase de convivência com os riscos, a da prevenção e da previsão que poderão ser salvadoras.



## **1. Objectivos de aprendizagem**

- Reconhecer as principais causas que estão na origem das erupções vulcânicas e dos tremores de terra.
- Enquadrar os fenómenos vulcânicos e sísmicos na teoria da tectónica de placas.
- Avaliar os riscos associados às erupções vulcânicas e aos tremores de terra.
- Localizar, no globo, as regiões de maior actividade vulcânica e sísmica.
- Compreender a necessidade de cumprir as normas gerais de segurança para minimizar os efeitos da actividade interna da Terra.
- Relacionar dados da Planetologia e da Geofísica para a definição de modelos para a estrutura interna da Terra.
- Conhecer modelos da estrutura interna da Terra, baseados em critérios composicionais e em critérios reológicos.

## 2. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Recordar e enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
1. Métodos para o estudo do interior da geosfera.	<p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planificar e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p>	<p>Desenvolver uma atitude científica face aos riscos sísmicos e vulcânicos, reconhecendo as suas causas.</p> <p>Tomar consciência dos riscos resultantes do não cumprimento dos regulamentos de construção anti-sísmica.</p>	<p>A existência de diversos métodos para investigar o interior da geosfera.</p> <p>A importância da acumulação de contributos de diferentes disciplinas científicas no conhecimento do interior da Terra.</p>	<p>Demasiada pormenorização na descrição dos métodos utilizados.</p>	<p>- Gravimetria.</p> <p>- Densidade.</p> <p>- Geotermia, grau geotérmico, gradiente geotérmico e fluxo térmico.</p> <p>- Gradiente geobárico</p> <p>- Geomagnetismo</p>	1
<p>2. Vulcanologia.</p> <p>2.1 Conceitos básicos.</p> <p>2.2 Vulcões e tectónica de placas.</p> <p>2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.</p>	<p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Redigir conclusões comunicando-as de forma oral e escrita.</p> <p>Determinar a localização geográfica de um</p>	<p>Valorizar as normas provenientes dos serviços oficiais relativas a atitudes a tomar em caso da ocorrência de um sismo de grande magnitude.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>	<p>As relações entre a natureza das lavas, o tipo de actividade vulcânica e as formas vulcânicas.</p> <p>A ocorrência de enormes derrames lávicos ao longo dos tempos geológicos.</p> <p>A hipótese de alterações climáticas provocadas por erupções vulcânicas terem sido causa de extinções de espécies.</p> <p>A relação das manifestações vulcânicas de tipo explosivo com as zonas de convergência de placas e as de tipo não explosivo</p>	<p>O uso de classificações muito rígidas para os diversos tipos de vulcões e respectiva actividade.</p>	<p>- Vulcão (cone principal, cones secundários ou adventícios, cratera, chaminés vulcânicas e caldeiras).</p> <p>- Actividade vulcânica (explosiva, efusiva, mista).</p> <p>- Lavas ácidas, intermédias e básicas.</p> <p>- Vulcanismo de tipo central e de tipo fissural.</p>	6

<p>3. Sismologia.</p> <p>3.1 Conceitos básicos.</p> <p>3.2 Sismos e tectónica de placas.</p> <p>3.3 Minimização de riscos sísmicos – previsão e prevenção.</p> <p>3.4 Ondas sísmicas e descontinuidades</p>	<p>epicentro a partir de sismogramas.</p> <p>Utilizar mapas de riscos sísmicos na avaliação de riscos humanos relacionados com terremotos.</p> <p>Analisar informação recente sobre tremores de terra e erupções vulcânicas, servindo-se, para o efeito, de recursos da Internet e da Imprensa.</p> <p>Avaliar o nível e natureza de ocupação humana aceitável em áreas vulcânicas e de elevado risco sísmico.</p>		<p>com as zonas de rifte e zonas oceânicas intra-placa.</p> <p>A relação entre tectónica e vulcanismo com destaque para o caso particular dos Açores.</p> <p>Os mecanismos de origem e propagação sísmica, as características das ondas sísmicas e a avaliação de riscos sísmicos.</p> <p>A relação sismo-deslocação de placas litosféricas.</p> <p>A necessidade de cumprir as normas legais de construção anti-sísmica.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Câmara magmática, bolsada magmática , e rocha encaixante.</li> <li>- Piroclastos (cinzas, lapilli/bagacina, bombas vulcânicas).</li> <li>- Escocada, lavas encordoada (pahoehoe), escoriácea (aa), em almofada (pillow lava).</li> <li>- Agulha, domo ou cúpula e nuvem ardente.</li> <li>- Vulcanismo residual (nascentes termais, sulfataras, géiseres, fumarolas e mofetas).</li> <li>- Abalo sísmico e ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais).</li> <li>- Teoria do ressalto elástico.</li> <li>- Falhas.</li> <li>- Sismógrafo e sismograma.</li> <li>- Intensidade e magnitude sísmica (Escala de Mercalli – Internacional, e escala de Richter).</li> </ul>	<p>6</p>
---	--	--	---	--	--	----------

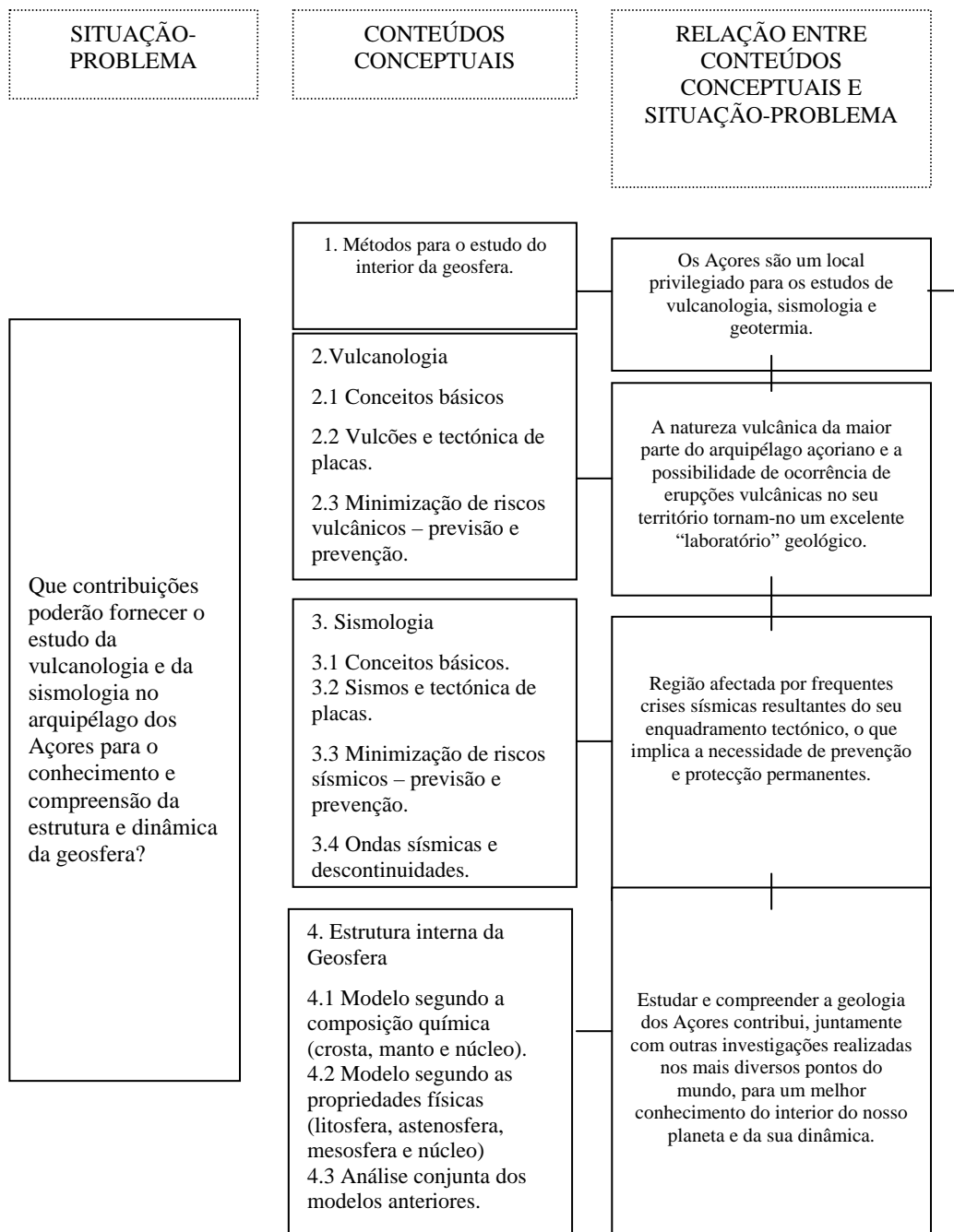
<p>internas.</p> <p>4. Estrutura interna da geosfera.</p> <p>4.1 Modelo segundo a composição química (crosta, manto e núcleo).</p> <p>4.2 Modelo segundo as propriedades físicas (litosfera, astenosfera, mesosfera e núcleo)</p> <p>4.3 Análise conjunta dos modelos anteriores.</p>			<p>A intervenção dos geólogos na prevenção do risco sísmico, designadamente, em grandes construções como barragens, depósitos de resíduos particularmente perigosos (nomeadamente radioactivos), pontes, túneis e centrais nucleares.</p> <p>A continuação dos estudos no sentido de se poder vir a prever, com razoável exactidão, a ocorrência de sismos.</p> <p>Os modelos actualmente aceites para o interior da Terra, a existência de um dinamismo profundo que se reflecte na irregularidade das descontinuidades, chamando, contudo, a atenção para as muitas questões que ainda permanecem em aberto.</p> <p>Uma classificação das diferentes zonas baseada em critérios composicionais e físicos.</p> <p>A importância das propriedades da astenosfera na dinâmica da litosfera – movimentos verticais e horizontais.</p>	<p>Apresentar os modelos de estrutura aceites como completos ou definitivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Foco/hipocentro, epicentro, raio sísmico, distância epicentral e isossistas.</li> <li>- Abalo premonitório, réplica e maremoto.</li>   <li>- Descontinuidades sísmicas (descontinuidades de Mohorovicic - Moho, Gutenberg, Lehman). Zona de sombra, zona de baixa velocidade.</li>   <li>- Crosta continental e oceânica, manto, núcleo externo e interno.</li>   <li>- Litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo externo e interno.</li> </ul>	<p>2</p>
---	--	--	---	--	--	----------

### **3. Situação – problema**

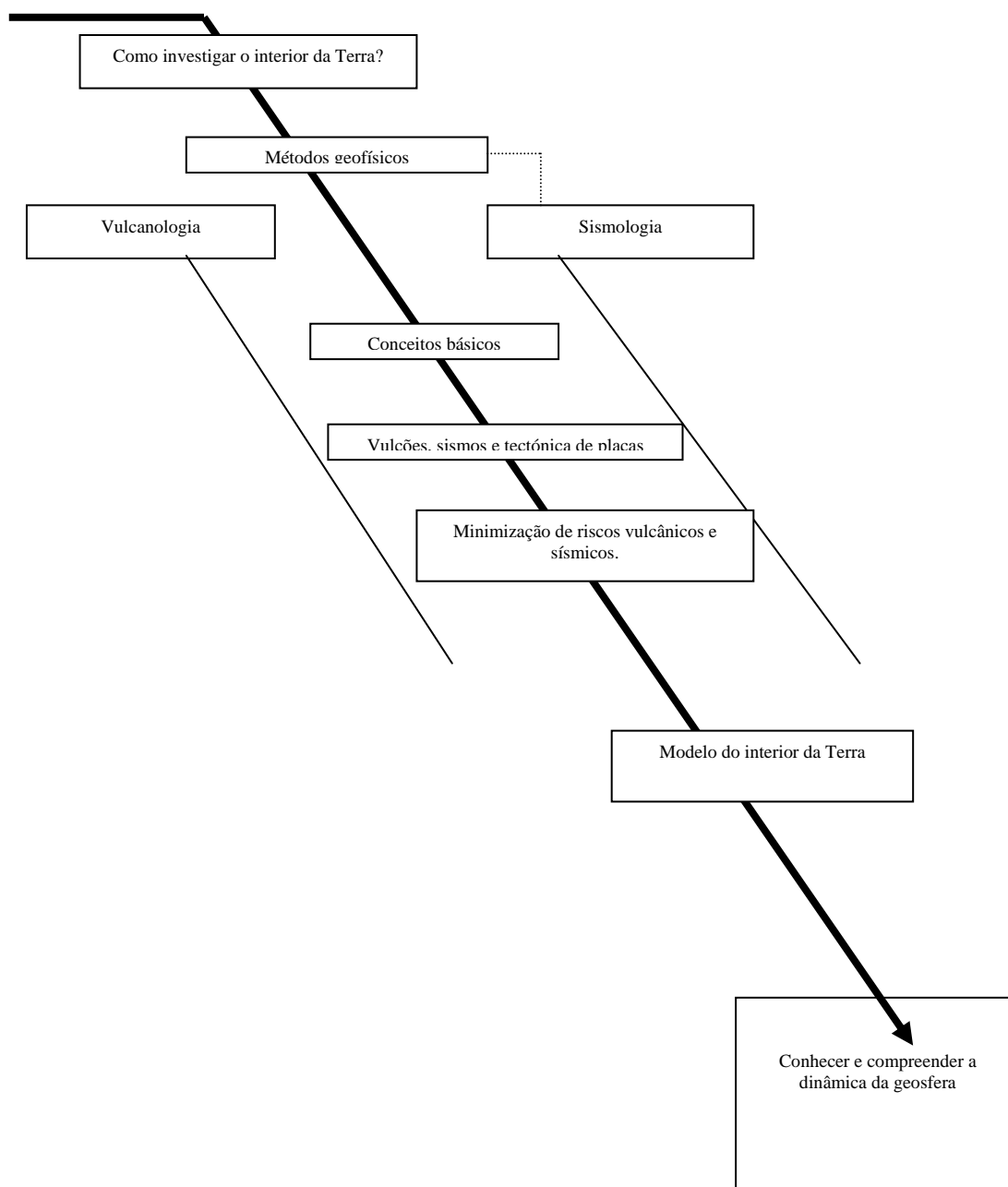
Açores – Porquê um “laboratório” de Ciências da Terra?

O arquipélago açoriano localiza-se num ramo da crista média do Atlântico, que é uma zona de produção de crosta oceânica. Este ramo, que se junta a Oeste à crista médio-atlântica, prolonga-se para Este através da falha Açores-Gibraltar. Esta região, dado o seu carácter construtivo e destrutivo, é um autêntico “laboratório geológico”, na medida em que se pode estudar a grande actividade sísmica e vulcânica que a afecta. Os desastres naturais de cariz geológico são, portanto, um risco sempre associado ao enquadramento tectónico dos Açores, arquipélago que se encontra sujeito a fenómenos sísmicos e vulcânicos frequentes, os mesmos que, afinal, deram origem ao arquipélago. Actualmente, é bem conhecida a actividade vulcânica submarina da Serreta (Ilha Terceira), facto, aliás, bastante referenciado na imprensa diária. Trata-se de um tipo de actividade vulcânica submarina muito particular que já se designa de “tipo serretiano”.

#### 4. Carta Geral de Exploração do Módulo 2 – Parte I – Componente de Geologia



## RELAÇÕES ENTRE CONTEÚDOS CONCEPTUAIS E SITUAÇÃO-PROBLEMA



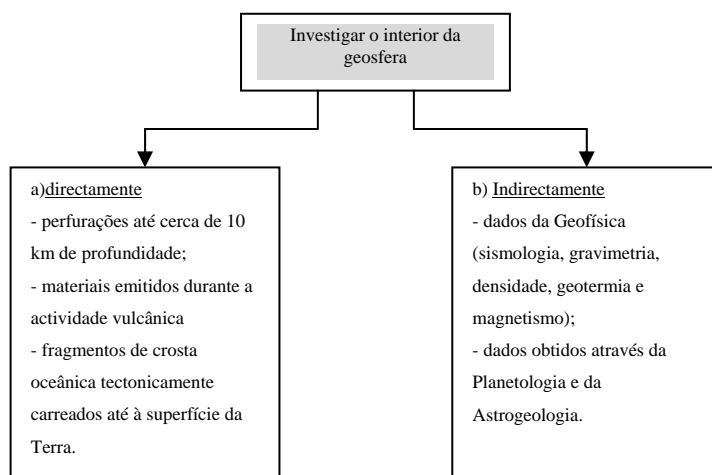
## 5. Sugestões metodológicas

### 1. Métodos para o estudo do interior da Geosfera

#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

A Terra é um planeta constituído essencialmente por rochas e a maior parte da sua superfície subatmosférica está coberta por água. Este conjunto, por sua vez, está envolvido por um invólucro de ar, a atmosfera. O ar e a água no estado líquido, que permitiram o desenvolvimento de vida, distinguem a Terra dos outros planetas do Sistema Solar. No entanto, é muito difícil, para não se dizer impossível, observar directamente o interior do nosso planeta. Sendo assim, do planeta onde vivemos apenas explorámos a superfície (e não toda), mantendo-se o seu interior como um “grande desconhecido”. Com efeito, não se ultrapassaram os 10 km de profundidade, quer perfurando os continentes ou o fundo dos oceanos. A maioria dos nossos conhecimentos é proveniente de dados obtidos por meio de observações indirectas. Todavia, sabemos que a temperatura aumenta com a profundidade, que a temperatura do interior da Terra é elevada e sabemos conhecer, também, a estrutura e composição interna do nosso planeta. Estes conhecimentos advêm da interpretação de dados obtidos por métodos geofísicos: eléctricos (condutividade), magnéticos (magnetismo), radioactivos (radioactividade), gravimétricos (isostasia e anomalias da gravidade), sísmicos (propagação de ondas sísmicas) e geotérmicos (vulcanismo, calor interno da Terra). São estes métodos indirectos que os geólogos e os geofísicos utilizam para estudar a crosta, o manto e o núcleo da Terra. Os dados de Geofísica, no entanto, podem ser complementados pelo estabelecimento da composição químico-mineralógica das zonas definidas sísmicamente, bem como por dados da Astrogeologia (estudo comparado de corpos celestes, numa perspectiva geológica) e por dados da Planetologia (ciência que tem como objectivo o estudo “geológico” comparado dos planetas do Sistema Solar). Do vasto campo de conhecimentos que estas ciências nos fornecem, salienta-se, como exemplo, o estudo dos meteoritos, muitos dos quais são semelhantes a rochas vulcânicas da Terra ou são formados por ligas de ferro e de níquel, materiais que se crê constituírem o núcleo da Terra. Os meteoritos constituem, pois, amostras representativas das diferentes zonas da Terra, do núcleo à crosta e o seu estudo laboratorial permite aos cientistas manusear algum do “pó das estrelas” a partir do qual o Sol, a Terra e os outros planetas e nós próprios se formaram. Ela fornece, portanto, uma imensa riqueza de informação e a aproximação a respostas que os geólogos se colocam todos os dias.

#### B. Carta de exploração





## **2. Vulcanologia**

### **A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto**

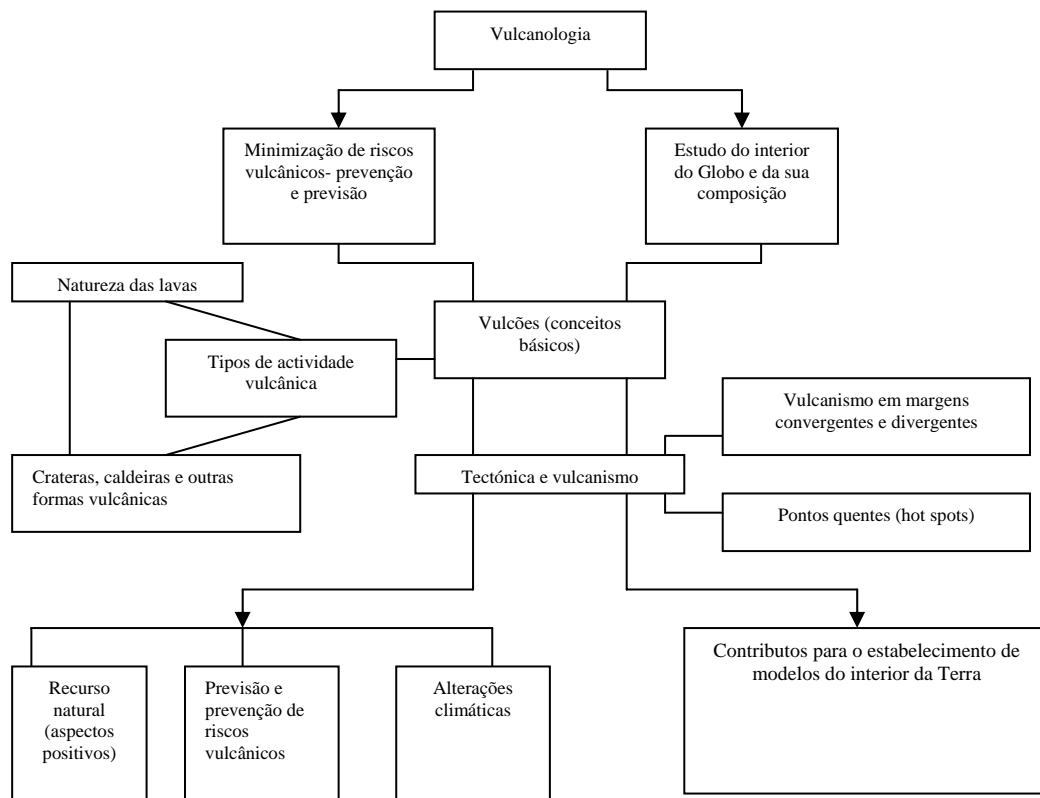
A palavra “vulcão” faz pensar imediatamente em erupções mortíferas como a que ocorreu, a 15 de Novembro de 1985, em Nevado del Ruiz, na Colômbia, que fez 23 000 mortos ou a tristemente célebre erupção da Montanha Pelada, na Martinica, com as suas 28 000 vítimas, em 1902. Contudo, nem todas as erupções são catastróficas, pois existem numerosos vulcões cujas manifestações são mais calmas e menos perigosas, como o caso do vulcão dos Capelinhos, na ilha do Faial, Açores, cuja erupção se iniciou a 27 de Setembro de 1957.

Qualquer que seja a sua natureza, cada erupção vulcânica faz ascender à superfície amostras de rochas provenientes do interior da Terra, fornecendo, deste modo, informação sobre a constituição interna do nosso planeta. Uma erupção vulcânica corresponde à subida de magma oriundo de zonas profundas e cuja temperatura é cerca de 1000°C. O gás que o magma contém, e que determina o tipo da erupção (explosiva ou efusiva), escapa-se com maior ou menor facilidade. O vulcanismo terrestre e o vulcanismo que tem lugar no fundo dos oceanos mostram que a Terra é um planeta activo.

Uma vez que a possibilidade de ocorrência de uma erupção vulcânica nos Açores é real, monitorizar-se o território 24 horas por dia através de uma rede de vigilância sismovulcânica instalada em várias ilhas do arquipélago. Como é do conhecimento geral, a actividade vulcânica mais recente e de maior relevo, nos últimos anos, ocorreu em 1957-58, com a erupção dos Capelinhos, que acrescentou algumas centenas de metros à ilha do Faial. Nos Açores reconhecem-se três tipos principais de vulcanismo, o que dá origem a diferentes vulcões, tanto na forma do cone como na viscosidade da lava.

A formação dos Açores deve-se à sua natureza vulcânica e desenvolve-se ao longo de fracturas. Por exemplo, S. Miguel nasceu há 4 Ma a partir de uma pequena ilha e 1 Ma mais tarde a explosão de um vulcão acrescentou terreno à ilha original. Depois, há 750 mil anos e há 500 mil anos, respectivamente, os vulcões das Furnas e das Sete Cidades entraram em erupção, bem como há 250 mil anos o vulcão do Fogo, todos contribuindo para a edificação da grande ilha de S. Miguel. Há 50 mil anos,..., em suma, os Açores são, efectivamente, um excelente laboratório para o conhecimento geológico da Terra e, também, como termo de comparação com outros planetas, já que as suas caldeiras se assemelham, por exemplo, às numerosas caldeiras existentes em Marte.

## B. Carta de exploração



## C. Actividades práticas

C1. Simulação de um vulcão, identificando os diferentes factores que podem alterar o tipo de actividade vulcânica e a respectiva forma do cone vulcânico e problematizando as diferentes variáveis em jogo. Inflammando uma fita de magnésio implantada em dicromato de amónio, que se encontra contido num cadinho de porcelana, pode simular-se um vulcão.

Parte-se de uma superfície plana e obtém-se um cone, havendo, portanto, uma manifestação da actividade geológica através de uma edificação. Pode analisar-se a forma do cone vulcânico, a cratera vulcânica, a parte superior da chaminé, o modo como as “cinzas” se dispersam, o cheiro resultante da “erupção” e determinar-se o tipo de “erupção”. 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 fenómenos.

Para esta actividade é necessário o seguinte material: cadinho de porcelana, canivete, dicromato de amónio, enxofre em pó, espátula, fita de magnésio, fósforos e tabuleiro metálico.

C2. A Internet e a Imprensa disponibilizam informação que pode ser utilizada em diversos tipos de actividades.

- Preparação de debates, por exemplo, sobre as possibilidades de prevenção e minimização de riscos.
- Elaboração de uma tabela com a actividade vulcânica registada nos Açores no último século, registando datas e danos provocados.

C3. Visualizar fotografias e vídeos sobre actividade vulcânica ocorrida no nosso país ou a nível mundial. Identificar aspectos da morfologia dos edifícios vulcânicos, o tipo de actividade vulcânica, a sua localização geográfica, bem como a sua relação com os movimentos das placas litosféricas. Suscitar a formulação de hipóteses sobre os diferentes graus de risco associados a actividades vulcânicas.

#### **D. Recursos específicos**

Vídeos:

*The Living Planet*, David Attenborough

*Earth Revealed*, Maureen Muldaur

*Earth Story*, David Sington. BBC, 1998

### **3. Sismologia**

#### **A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto**

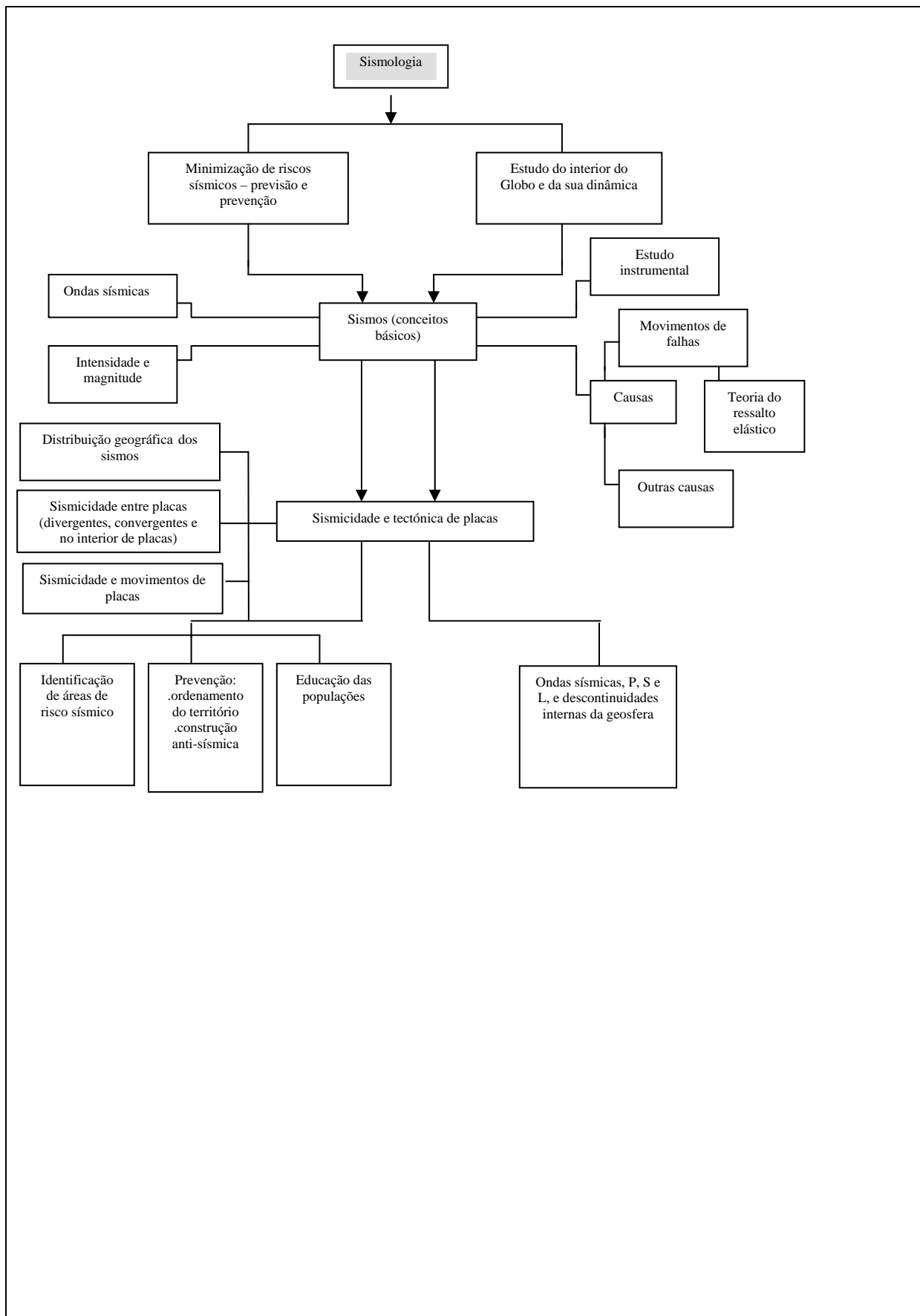
Os sismos são, além do vulcanismo, outra manifestação da actividade do globo terrestre que tem lugar à “nossa vista”. Numerosos sismos ficaram célebres por causa dos seus efeitos devastadores como o de Lisboa, a 1 de Novembro de 1755, que fez cerca de 60 000 mortos ou os que ocorreram recentemente (2001) em El Salvador e na Índia, que causaram milhares de mortos e prejuízos avultadíssimos. Todos os anos a imprensa relata um ou vários sismos que provocam o colapso das construções e fazem numerosas vítimas. Morrem, em média, por ano, 13 000 pessoas. Estes acidentes espectaculares, por vezes dramáticos, são as catástrofes naturais perante as quais o homem se sente mais indefeso e apavorado.

Um sismo tem a sua origem, em regra, em zonas da crosta terrestre onde são reactivadas falhas preexistentes. A energia libertada, na forma de ondas sísmicas, que é por vezes considerável, torna os sismos muito perigosos. O estudo da propagação das ondas sísmicas tem contribuído, amplamente, para o conhecimento da estrutura interna do globo terrestre.

Em Julho de 1997, em menos de 48 horas, os sismógrafos do Instituto de Meteorologia dos Açores registaram quase seiscentas réplicas de um sismo que dois dias antes havia abalado o arquipélago. Doze dessas réplicas atingiram intensidades elevadas, uma delas o grau 5 da escala de Mercalli. Se estes números não bastassem para se identificar os Açores como uma região afectada por frequentes crises sísmicas, dir-se-ia, por exemplo, que o banco D. João de Castro, elevação submarina situada entre as ilhas de S. Miguel e da Terceira e sede de numerosos epicentros, constitui um dos sítios privilegiados do Mundo para a investigação sismológica submarina. A par da falha do grupo central de ilhas, onde se localizou o epicentro do sismo de 1980, que provocou mais de 50 vítimas mortais e a destruição de diversas localidades, o banco D. João de Castro é uma das zonas de maior actividade sísmica nos Açores.

Recentemente, no dia 9 de Julho de 1998, a ilha do Faial foi atingida por um sismo de magnitude 5.8, acontecimento que provocou fortes destruições e que arrasou várias povoações. O colapso dos edifícios provocou 8 vítimas mortais e uma centena de feridos ..., mas os Açorianos sabem que, desde o início do povoamento do arquipélago, sempre sofreram tremores de terra de magnitude elevada e que o enquadramento tectónico das belas ilhas onde vivem não lhes vai permitir abrandar as medidas de prevenção e de protecção em que, para bem de todos, é preciso investir cada vez mais.

#### **B. Carta de exploração**



### **C. Actividades práticas**

C1. Modelos analógicos em Geologia. Os trabalhos desta actividade permitem produzir modelos reduzidos de falhas, de dobras, de cadeias de montanhas e de fossas tectónicas. A disposição espacial das dobras e das falhas que se obtém lembra muito o que se passa na Natureza. Estas experiências, que se realizam em poucos minutos, representam dezenas de milhões de anos da realidade, facto pelo qual 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 fenómenos.

Este tipo de actividade 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.

O material necessário pode ser adquirido directamente numa casa especializada em material didáctico ou construído na escola, sugerindo para esse efeito a consulta de alguma bibliografia onde são dadas instruções.

*Enseñaza de las Ciencias de la Tierra*, Vol.5, nº2, Set. 1997 - número especial dedicado ao trabalho de laboratório em Geologia.

C2. Geólogos e engenheiros recorrem, frequentemente, a simulações de tremores de terra, em laboratório, para observar os seus efeitos em modelos de edifícios, pontes, viadutos, etc.. Pode, de uma forma simples, seguir-se essa via experimental que, certamente, conduzirá os alunos a uma melhor compreensão dos fenómenos sísmicos.

Assim, enche-se um copo de plástico grande (pode ser uma garrafa de plástico a que se cortou o topo) com areia ou outro tipo de sedimentos. Colocam-se, depois, várias moedas enterradas nestes materiais, de modo a que se assemelhem a paredes verticais de edifícios construídos em sedimentos não compactados. Simular, então, um sismo, observar os resultados e interpretá-los. Esta pequena actividade poderá ser ponto de partida para a formulação de algumas hipóteses que relacionem o grau de risco com o tipo de formações sobre as quais são construídos os edifícios. Os alunos poderão planear algumas experiências utilizando materiais com diferente granulometria e compactação, podendo humedecer e pressionar os sedimentos de maneira a que fiquem bem compactados.

Aplicar os resultados obtidos na avaliação dos riscos sísmicos a que podem estar sujeitos os edifícios construídos em determinadas áreas.

C3. Localização do epicentro de um sismo a partir dos sismogramas de três estações sísmicas.

C4. Analisar dados sobre tremores de terra obtidos através da Internet e da Imprensa. Assinalar num mapa-mundo os locais de maior concentração de focos sísmicos, relacionando a intensidade dos danos provocados com a maior ou menor densidade populacional e, em simultâneo, relacionar com os limites das placas litosféricas.

C5. Procurar na Internet informação sobre a Falha de Santo André, na Califórnia. Analisar fotografias aéreas e mapas que evidenciem o movimento desta falha.

#### **D. Recursos específicos**

Bush, R. (ed.) (1997). *Laboratory Manual in Physical Geology*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Neste manual podem ser encontrados exemplos de actividades nesta área e informações sobre sítios da Internet com interesse. A actividade C2 encontra-se desenvolvida neste livro.

Aplicação em CD-ROM: Pais, I., Cabral, J. *et al* (1995). *Os sismos e a gestão da emergência*. Lisboa: Serviço Nacional de Protecção Civil.

## 4. Estrutura interna da Geosfera

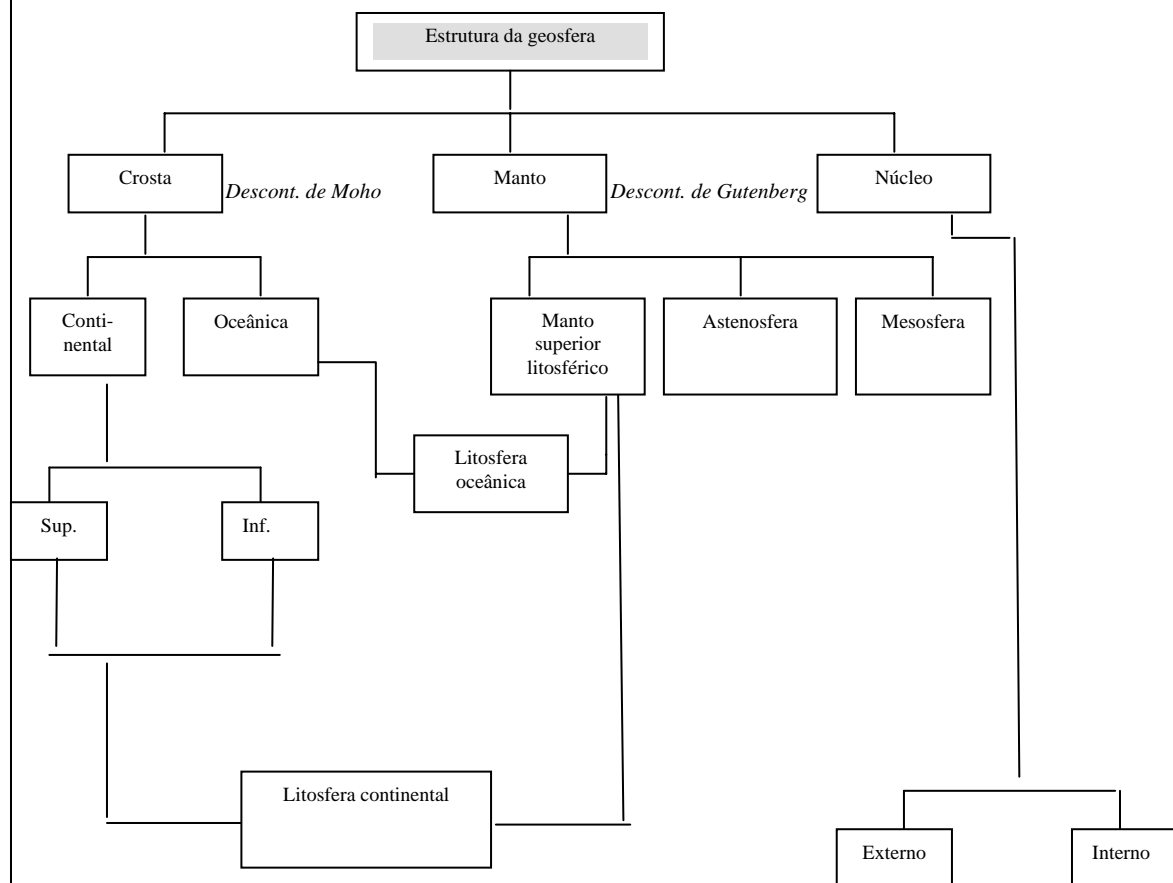
### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Para investigar o interior da geosfera, os geofísicos e os geólogos têm estudado os materiais colhidos nas erupções vulcânicas e em sondagens, têm analisado os dados da gravimetria, da geotermia e do magnetismo, têm observado os meteoritos e examinado o comportamento das ondas sísmicas.

O estudo do comportamento das ondas sísmicas revela-se um auxiliar precioso na definição e estabelecimento de modelos da estrutura da geosfera, na medida em que conduz, face à variação de velocidade das ondas, ao reconhecimento de descontinuidades e à definição de zonas, bem como à indagação sobre a sua composição químico-mineralógica.

Assim, os estudos, as análises, as observações e os exames permitiram subdividir o interior da Terra em zonas, segundo dois critérios: um baseado na composição química dos materiais (crosta, manto e núcleo), outro fundamentado nas propriedades físicas desses materiais (litosfera, astenosfera, mesosfera e núcleo).

### B. Carta de exploração



*Descontinuidade de Lehman*

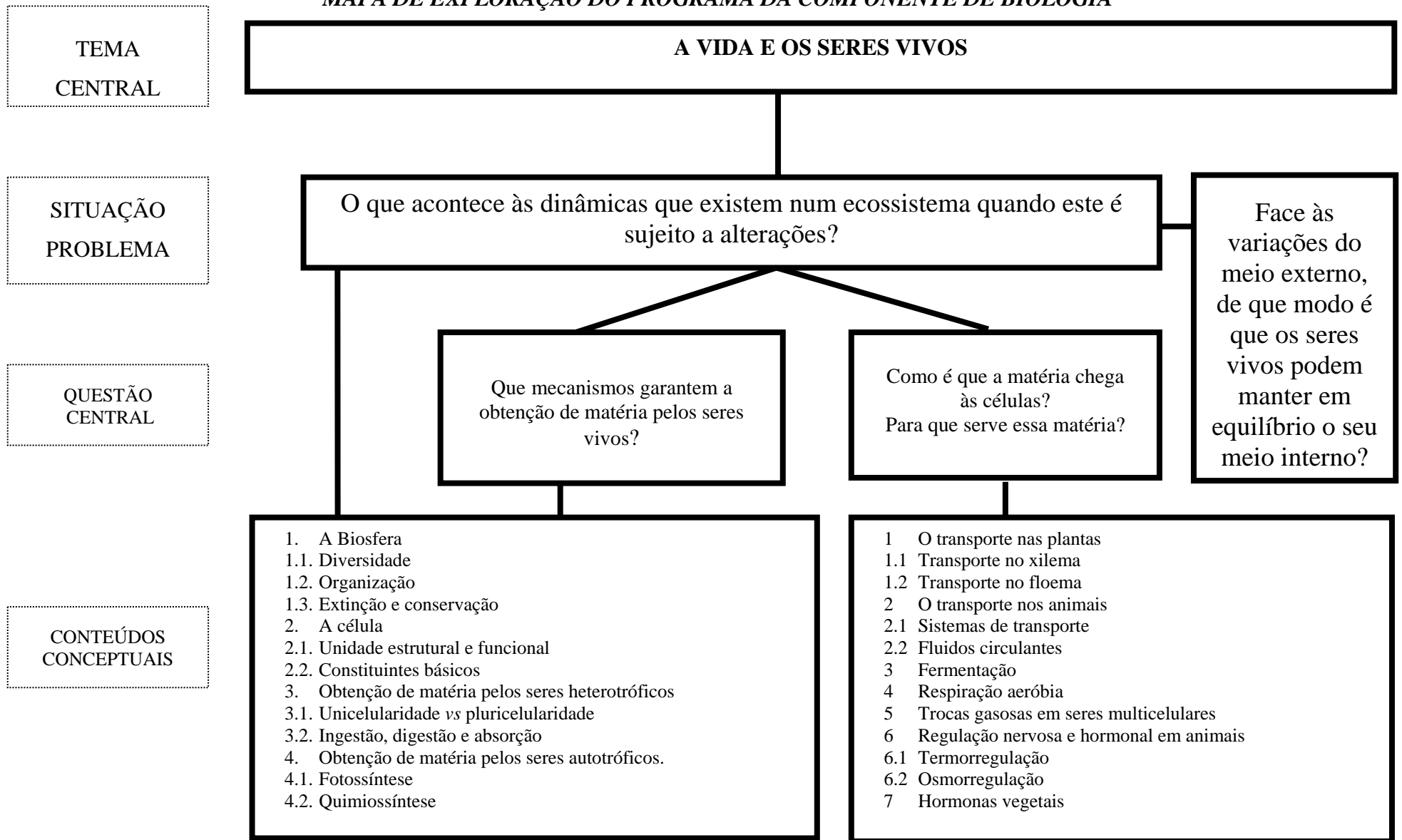
### C. Actividades práticas

As aplicações em CD-ROM *Earth Quest*, 1.0 – *Eyewitness*, *Virtual Reality* e Enciclopédia do Espaço e do Universo, 1.0 – Globo Multimédia, podem constituir material de apoio para algumas actividades.



## PARTE II - COMPONENTE DE BIOLOGIA

### MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DA COMPONENTE DE BIOLOGIA



## **DIVERSIDADE E UNIDADE NA BIOSFERA**

**O que acontece às dinâmicas que existem num ecossistema quando este é sujeito a alterações?**

**Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?**

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / / Palavras-chave	Número de aulas previstas
1. A Biosfera 1.1. Diversidade 1.2. Organização 1.3. Extinção e conservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação e comparação de características de seres vivos com recurso a espécimes vivos, conservados e/ou pesquisa bibliográfica.</li> <li>• Caracterização geral de diferentes modos de interação entre seres vivos de um ecossistema.</li> <li>• Previsão de acontecimentos relativos à evolução de um ecossistema quando sujeito a alterações.</li> <li>• Identificação de actividades humanas responsáveis pela contaminação e degradação de ecossistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização das funções dos diferentes constituintes do ecossistema e sua contribuição para o equilíbrio do mesmo.</li> <li>• Desenvolvimento de opiniões fundamentadas e críticas face a intervenções humanas no ecossistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O conceito de Biosfera.</li> <li>• A diversidade biológica num ecossistema.</li> <li>• Os níveis de organização biológica, de modo a permitir reconhecer que o mundo vivo se apresenta hierarquicamente estruturado.</li> <li>• A importância da conservação das espécies e as causas de extinção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A exploração exaustiva dos conceitos listados.</li> </ul>	Biosfera Ecossistema Comunidade População Espécie Organismo Sistema de órgãos Órgão /Tecido Seres unicelulares / multicelulares Diversidade Extinção Conservação	18
2. A célula 2.1. Unidade estrutural e funcional 2.2. Constituintes básicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação de células ao microscópio óptico composto (MOC).</li> <li>• Interpretação de imagens e esquemas de células ao MOC.</li> <li>• Análise de dados que permitam compreender que a unidade biológica se revela a nível molecular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecimento da célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A noção de célula: membrana celular, citoplasma e núcleo.</li> <li>• A unidade biológica não se limita a características estruturais e funcionais, revela-se também a nível molecular.</li> <li>• A importância biológica da água como constituinte fundamental de qualquer ser vivo.</li> <li>• Os seres vivos são constituídos por macromoléculas formadas por um número reduzido de elementos químicos (C, O, H, N, P,...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo exaustivo e pormenorizado do MOC.</li> <li>• A análise pormenorizada dos constituintes celulares.</li> </ul>	Célula Membrana celular Citoplasma Núcleo Meio interno Meio externo Água Sais minerais Monómeros Polímeros Macromoléculas Proteínas Hidratos de Carbono Lípidos Ácidos nucleicos	

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>As funções principais das macromoléculas (estruturais, energéticas, enzimáticas, armazenamento e transferência de informação).</li> </ul>			
<p>3. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos</p> <p>3.1. Unicelularidad e vs pluricelularidad e</p> <p>3.2. Ingestão, digestão e absorção</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.</li> <li>Planificação, realização e/ou interpretação de actividades laboratoriais/ experimentais.</li> <li>Análise de informação relativa a processos de transporte ao nível da membrana, de modo a compreender a sua importância para a manutenção da integridade celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização de processos críticos de selecção de informação.</li> <li>Reconhecimento da necessidade de se evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O conceito de heterotrofia.</li> <li>A unidade de membrana revela-se ao nível da sua arquitectura e constituição: bicamada de fosfolípidos, proteínas integradas e não integradas (modelo simplificado).</li> <li>Os organelos envolvidos no movimento de substâncias através da membrana celular e no seu processamento no meio interno.</li> <li>Os conceitos de endocitose e exocitose.</li> <li>A distinção e complementaridade dos conceitos de ingestão, digestão e absorção.</li> <li>O estudo comparativo da digestão extracelular, em cavidades gastrovasculares (p. ex. hidra), em tubos digestivos incompletos (p. ex. planária) e completos de diferente complexidade (p. ex. minhoca e homem).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudo exaustivo da evolução histórica dos modelos da ultraestrutura da membrana celular.</li> <li>Estudo pormenorizado da morfofisiologia dos sistemas digestivos.</li> </ul>	<p>Seres heterotróficos</p> <p>Absorção</p> <p>Ultraestrutura da membrana celular</p> <p>Osmose</p> <p>Difusão</p> <p>Transporte facilitado</p> <p>Transporte activo</p> <p>Ingestão</p> <p>Fagocitose</p> <p>Pinocitose</p> <p>Digestão intracelular</p> <p>Vacúolo digestivo</p> <p>Lisossoma</p> <p>Retículo endoplasmático</p> <p>Complexo de Golgi</p> <p>Enzima</p> <p>Digestão extracelular</p> <p>Cavidade gastrovascular</p> <p>Tubo digestivo</p>	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / / Palavras-chave	Número de aulas previstas
4. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos. 4.1. Fotossíntese 4.2. Quimiossíntese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organização e interpretação de dados sobre estratégias de obtenção de matéria.</li> <li>• Discussões de dados experimentais de modo a compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A noção de autotrofia.</li> <li>• A fotossíntese como um processo de transformação de energia que necessita da presença de pigmentos de captação de luz.</li> <li>• O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese.</li> <li>• A referência a organismos fotoautotróficos que não sejam plantas e a organismos quimioautotróficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo aprofundado das reacções bioquímicas que se processam nas fases fotoquímica e química.</li> <li>• O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.</li> </ul>	Seres autotróficos Fotossíntese Cloroplasto Pigmentos fotossintéticos Quimiossíntese	

### Sugestões Metodológicas

A observação / comparação / identificação de seres uni e multicelulares (e/ ou tecidos) presentes em infusões/ culturas adequadas deverá permitir (re)construir o conceito de célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos. A comparação tanto das estruturas celulares identificadas em diferentes materiais biológicos, como dos procedimentos utilizados poderão servir como ponto de partida para ajudar os alunos a compreenderem que a unidade biológica das células se revela também a nível molecular (p. ex., a discussão dos requisitos necessários à observação de células vivas poderá servir de pretexto para salientar a importância biológica da água como constituinte fundamental de qualquer ser vivo). Será importante salientar a importância biológica da conservação das espécies como forma de contribuir para a manutenção do equilíbrio estabelecido entre as diversas populações.

**Que estratégias utilizam os seres heterotróficos para obter matéria?**

**Como mobilizar matéria do meio externo para o interno?**

**Como é que um ser resiste às suas próprias enzimas digestivas?**

**Que processos asseguram o transporte de substâncias através das membranas celulares?**

Questões como estas poderão orientar actividades de pesquisa e discussão sobre os mecanismos de obtenção de matéria por seres heterotróficos. A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade.

O estudo dos processos de endo e exocitose deve incluir a interpretação de imagens (fotografias, vídeo ou observação *in vivo*) de microscopia óptica e actividades de discussão, esquematização e sistematização. Tal deverá permitir revisitar, reconstruir e enriquecer a concepção de célula do aluno.

No estudo dos processos de transporte ao nível da membrana celular, suas características, potencialidades e limitações, a ultraestrutura da membrana e a natureza das substâncias a transportar devem servir como fio articulador e integrador. O estudo destes conteúdos proporciona a planificação e execução de actividades laboratoriais simples, pelos alunos, que podem ser concebidas com diferentes graus de abertura. Como exemplo sugere-se a observação e interpretação, em tempo real, de variações do volume vacuolar de células vegetais (epitélio do bolbo da cebola, epiderme de pétalas...ao MOC) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio, de glicose,...). A utilização de células vegetais com vacúolos corados (pétalas de *Pelargonium*, por exemplo) evita a necessidade de recorrer a processos de coloração específica. No entanto, a necessidade de corar vacúolos com vermelho neutro, permite aprofundar procedimentos básicos de microscopia.

O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica por seres autotróficos em presença da luz e detectar (extrair e separar) a presença de pigmentos fotossintéticos. Com material simples poder-se-ão realizar as seguintes actividades: identificação do amido com soluto de lugol, maceração de estruturas fotossintéticas (em algas e/ou plantas), solubilização de pigmentos em álcool (evitar a utilização de solventes tóxicos) e cromatografia em papel.

Pesquisa, sistematização e discussão de dados relativos a processos de quimiossíntese.

## MÓDULO 3 – COMPONENTE DE BIOLOGIA

### **MOBILIZAÇÃO DE MATÉRIA E REGULAÇÃO**

#### **Como é que a matéria chega às células? Para que serve essa matéria?**

#### **Face às variações do meio externo, de que modo é que os seres vivos podem manter em equilíbrio o seu meio interno?**

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / / Palavras-chave	Número de aulas previstas
1. O transporte nas plantas. 1.1 Transporte no xilema Transporte no floema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise de informação diversificada que permita comparar a localização relativa dos tecidos de transporte nos diversos órgãos vegetais.</li> <li>Planificação, execução e/ou interpretação de trabalhos laboratoriais /experimentais de modo a compreender as estratégias de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria a todas as suas células.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento de que a complexidade dos sistemas de transporte resulta de processos de evolução.</li> <li>Desenvolvimento de atitudes responsáveis face aos processos de extracção de fluidos vegetais com fins económicos (p.ex. extracção de resina nos pinhais)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O transporte nas plantas, enquanto mecanismo que permite a obtenção de substâncias necessárias à síntese de compostos orgânicos e sua posterior distribuição.</li> <li>As hipóteses Pressão radicular e Adesão-coesão-tensão como mecanismos que explicam os movimentos no xilema.</li> <li>A hipótese do Fluxo de Massa de Münch que explica movimentos no floema.</li> <li>Os sistemas radicular, caulinar e foliar, são evidências de adaptações ao meio terrestre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A caracterização estrutural e funcional dos elementos constituintes dos tecidos de transporte nas plantas.</li> <li>O estudo anatómico das estruturas de raiz, caule e folha.</li> </ul>	<p>Estomas</p> <p>Transpiração Xilema Adesão-coesão-tensão Pressão radicular Floema Fluxo de massa</p>	33
2. O transporte nos animais 2.1. Sistemas de transporte 2.2. Fluidos circulantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre estratégias de transporte nos animais.</li> <li>Comparação de sistemas de transporte em animais de diferentes taxa.</li> <li>Relação das características estruturais e funcionais de diferentes tipos de sistemas circulatórios com a sua eficácia no transporte e distribuição de materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização dos avanços científico-tecnológicos, na resolução de defeitos congénitos nos seres humanos (p. ex. septo incompleto no coração) e tratamento de doenças.</li> <li>Construção de valores e atitudes responsáveis face aos processos de extracção de fluidos circulantes em animais e/ou vegetais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A comparação estrutural e funcional dos sistemas de transporte: aberto (p. ex. insecto); fechado (p. ex. minhoca).</li> <li>A distinção do ponto de vista estrutural e funcional dos sistemas de transporte fechados: simples (p. ex. peixe) e duplo incompleto (p. ex. anfíbio) e duplo completo (p. ex. homem).</li> <li>A linfa e o sangue como fluidos circulantes; a sua função como veículo de transporte e distribuição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A descrição exhaustiva da morfofisiologia dos sistemas de transporte dos animais seleccionados.</li> <li>A caracterização histológica dos diferentes tipos de vasos.</li> <li>O estudo dos constituintes do sangue e da linfa (plasma e elementos figurados).</li> </ul>	<p>Sistemas de transporte abertos e fechados</p> <p>Circulação simples / dupla / completa / Incompleta</p> <p>Fluido circulante Linha Sangue Arterias Veias Coração</p>	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ / Palavras-chave	Número de aulas previstas
3. Fermentação 4. Respiração aeróbia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceção, realização e interpretação de procedimentos experimentais simples.</li> <li>• Organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre processos de transformação de energia a partir da matéria orgânica disponível.</li> <li>• Comparação do rendimento energético da fermentação e da respiração aeróbia</li> <li>• Discussão da capacidade de alguns seres utilizarem diferentes vias metabólicas em função das condições do meio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização da compreensão dos processos metabólicos, no sentido da sua utilização no fabrico, processamento e conservação de alimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A existência de dois tipos de vias catabólicas para a produção de ATP.</li> <li>• A análise do rendimento energético dessas duas vias metabólicas.</li> <li>• As células dos músculos esqueléticos podem realizar fermentação láctica.</li> <li>• A referência à mitocôndria como um protagonista da respiração aeróbia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As abordagens exaustivas que incluam estruturas químicas e vias metabólicas complexas.</li> <li>• O estudo da ultraestrutura da mitocôndria.</li> </ul>	Metabolismo Catabolismo Anabolismo Seres anaeróbios Fermentação / Respiração anaeróbia ADP ATP Seres aeróbios Respiração aeróbia Mitocôndria	
5. Trocas gasosas em seres multicelulares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de dados experimentais de modo a compreender os processos de abertura e fecho dos estomas.</li> <li>• Comparação da complexidade das estruturas respiratórias de diferentes animais.</li> <li>• Relação das estruturas respiratórias dos animais com a sua complexidade e adaptação ao meio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecimento da interdependência das características dos sistemas que asseguram e regulam as trocas gasosas com o grau de complexidade do organismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A existência de estruturas que facilitam e regulam as trocas gasosas com o meio externo nas plantas (p. ex. estomas).</li> <li>• As estruturas respiratórias numa perspectiva funcional, como adaptações decorrentes da multicelularidade em animais.</li> <li>• A distinção estrutural e funcional das superfícies respiratórias de animais: tegumento ( ex. minhoca); traqueia ( . ex. gafanhoto); brânquias (p. ex. truta); pulmões (p. ex. porco).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrições anatómicas exaustivas dos tecidos envolvidos nos processos de trocas gasosas.</li> </ul>	Estomas  Hematose Difusão directa Difusão indirecta Tegumento Traqueias Brânquias Pulmões	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ / Palavras-chave	Número de aulas previstas
6. Regulação nervosa e hormonal em animais. 6.1 Termorregulação 6.2 Osmorregulação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolha, organização e/ou interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet, media,...</i>) sobre termorregulação e osmorregulação.</li> <li>• Descrição de circuitos de retroalimentação (regulação térmica no homem).</li> <li>• Distinção de organismos osmorreguladores de osmoconformantes.</li> <li>• Discussão do mecanismo de regulação hormonal da hormona antidiurética (ADH).</li> <li>• Distinção da regulação por impulsos electroquímicos de regulação química.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de atitudes responsáveis face a intervenções humanas, nos ecossistemas, susceptíveis de afectarem os mecanismos de termo e osmorregulação dos animais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos animais endotérmicos existem sistemas homeostáticos complexos que envolvem circuitos de retroalimentação.</li> <li>• A regulação da temperatura interna envolve alterações fisiológicas e comportamentais.</li> <li>• O impulso nervoso/ neurotransmissor como sinal electroquímico cujas vias de comunicação são os neurónios/ sinapses/ nervos.</li> <li>• Exemplos de seres osmorreguladores e osmoconformantes: peixes de água doce e salgada, aves marinhas e seres terrestres.</li> <li>• A noção de regulação hormonal, utilizando o exemplo da ADH, e de comunicação interna por sinais químicos.</li> <li>• A salinidade e a temperatura como factores limitantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem exaustiva de casos de endo e exotermia.</li> <li>• Descrição dos mecanismos fisiológicos de vasodilatação e vasoconstrição.</li> <li>• Estudo anatómico do sistema nervoso</li> </ul>	Termorregulação Homeotermia Endotermia Poiquilotermia Exotermia Vasodilatação Vasoconstrição Trocas de calor Homeostasia Sistema aberto/fechado Retroalimentação positiva e negativa Neurónio Nervo Impulso nervoso Neurotransmissor Hormona (ADH) Osmorregulação Osmorregulador Osmoconformante e Factor limitante	
7. Hormonas vegetais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepção, realização e interpretação de procedimentos experimentais simples.</li> <li>• Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet,...</i>) sobre hormonas vegetais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação crítica de processos em que se utilizam hormonas vegetais com fins económicos nas explorações agrícolas (desenvolvimento e maturação de frutos; horto-floricultura,...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de substâncias químicas que afectam o desenvolvimento e o metabolismo das plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo exaustivo de todas as hormonas vegetais e seus efeitos.</li> </ul>	Hormona vegetal (p. ex. auxinas, giberelinas e etileno)	



## **Sugestões Metodológicas:**

**Qual o destino dos compostos orgânicos sintetizados durante a fotossíntese?**

**Que sistemas de transporte existem nas plantas? Que mecanismos determinam o transporte de substâncias?**

Questões como estas devem orientar actividades de pesquisa, interpretação de gráficos,... e laboratoriais simples como as que em seguida se sugerem:

- a montagem de dispositivo laboratorial utilizando planta com pressão radicular evidente (p. ex. tomateiro);
- a exploração da morfologia de folhas de modo a inferir a localização dos feixes vasculares, partir da observação macroscópica de folhas inteiras e em corte; complementar com a observação microscópica de preparações definitivas de cortes transversais (ou sua imagem projectada utilizando câmara de videomicroscopia ou transparências);
- montagem extemporânea de epiderme de folhas para observar os estomas (esta actividade deve ainda lembrar as estruturas celulares já abordadas, discutindo as razões de cada uma delas poder ou não ser observável neste tipo de material biológico) aproveitando a oportunidade para observar os cloroplastos referidos no módulo anterior.

A localização dos feixes vasculares noutros órgãos deve ser explorada recorrendo a observações de preparações ao microscópio de estruturas primárias de caules e raízes, ou imagens/ esquemas, consoante o tempo e/ ou recursos disponíveis. Estas actividades deverão possibilitar que o aluno integre as informações relativas aos tecidos vasculares nos diversos órgãos vegetais de modo a perspectivar a sua funcionalidade na planta como um todo.

Para o estudo dos sistemas de transporte nos animais, sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo: **Que mecanismos de transporte utilizam os animais para distribuir substâncias no seu corpo?**

**Que características determinam a eficácia dos sistemas de transporte?**

**Que anomalias congénitas/doenças podem comprometer a eficácia do sistema?**

**Que respostas científico-tecnológicas dispomos para minorar/corrigir esses problemas?**

As actividades práticas poderão incluir a utilização de mapas e/ou modelos anatómicos relativos a animais de diferentes taxa. Poder-se-á recorrer, também, à dissecação de órgãos (p. ex. corações obtidos em superfícies comerciais) ou seres vivos.

No sentido de articular actividades de ensino-aprendizagem relativas aos processos energéticos da célula, sugere-se a formulação de questões abrangentes, tais como as que se seguem:

**Que processos metabólicos utilizam os seres vivos? Como podemos identificar esses processos metabólicos?**

**Como rentabilizar esses processos metabólicos na produção e processamento de alimentos?**

Montagem de dispositivos experimentais simples com seres aeróbios facultativos (p. ex. *Saccharomyces cerevisiae*) em meios nutritivos (p. ex. “massa de pão”, sumo de uva, solução aquosa de glicose...) com diferentes graus de aerobiose. Identificação com os alunos das variáveis a controlar e dos indicadores do processo em estudo (p. ex. presença/ ausência de etanol).

Interpretação de dados experimentais relativos ao rendimento energético dos processos de fermentação e de respiração aeróbia, bem como às trocas gasosas dependentes dos mecanismos de abertura e fecho dos estomas.

Relembrar os organitos celulares utilizando esquemas e referir a mitocôndria como organito indispensável ao processo de respiração aeróbia. Explorar o facto destes organitos não terem sido observados em trabalhos práticos anteriores e discutir a necessidade de recorrer a outros instrumentos ópticos com maior poder de resolução e de ampliação que serão, eventualmente, alvo de ulteriores estudos.

Retomar questões relativas aos sistemas de transporte, relacionando os processos de mobilização de oxigénio e de dióxido de carbono utilizados por animais com diferentes graus de complexidade. As actividades deverão permitir que os alunos identifiquem diferentes tipos de superfícies respiratórias, comparem os seus aspectos morfológicos, relacionando as suas características com a complexidade dos seres e do seu habitat. Recomenda-se a utilização de imagens, esquemas (p. ex. em mapas) ou modelos.

Em relação à regulação em animais sugere-se:

A exploração do termo e osmorregulação a partir de trabalho de pesquisa e discussão orientada por questões do tipo das seguintes:

**Que mecanismos permitem aos animais regular a temperatura corporal?**

**De que forma os animais conseguem manter a pressão osmótica do seu meio interno?**

**Que modificações ambientais podem pôr em causa o equilíbrio interno do organismo?”**

A sistematização, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma, dos seguintes tópicos:

- processos de regulação térmica em diferentes animais (p. ex. insectos, reptéis, aves e mamíferos); o caso humano é obrigatório;
- processos de regulação osmótica em diferentes animais (p. ex. minhoca, peixes, aves e mamíferos); o caso humano é obrigatório (ADH);
- comparação dos processos de regulação nervosa e hormonal;
- alterações ambientais com impacto ao nível dos processos de regulação dos animais.

O estudo da regulação em plantas pode desenvolver-se a partir de actividades como as seguintes.

Planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, que permitam recolher evidências sobre o efeito de hormonas vegetais. Actividades que envolvem processos de maturação de frutos ou queda de folhas por acção do etileno podem ser realizadas em laboratório com material simples.

Pesquisa e debate orientados por questões do tipo das seguintes:

**De que modo os conhecimentos sobre fito-hormonas permitem tomar decisões relativas a processos de controlo e desenvolvimento de culturas vegetais e distribuição de alimentos?**

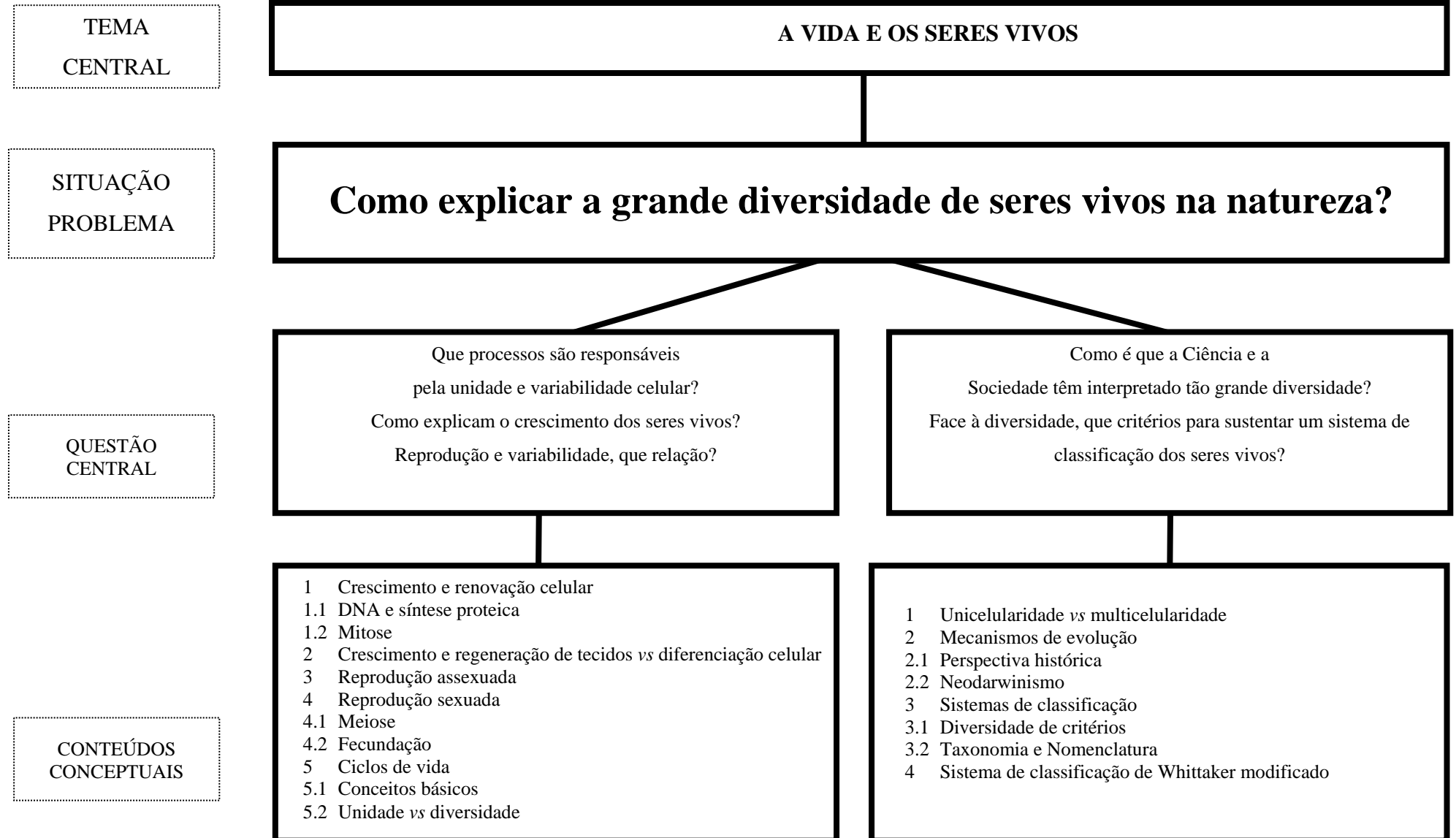
**Como regular a germinação de sementes? E o crescimento dos caules?**

**Como podemos ter uma determinada flor o ano inteiro? Como controlar a frutificação e a maturação dos frutos?**

**Que riscos para a saúde pública podem decorrer da utilização sistemática de hormonas vegetais?**

### **3.2 Desenvolvimento do Programa do 11º ano - MÓDULOS 4, 5 e 6**

MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA - 11º ANO



## MÓDULO 4 – COMPONENTE DE BIOLOGIA

### *RENOVAÇÃO CELULAR E REPRODUÇÃO*

#### Como explicar a grande diversidade de seres vivos na natureza?

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

#### Reprodução e variabilidade, que relação?

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / / Palavras-chave	Número de aulas previstas
1. Crescimento e renovação celular. 1.1 DNA e síntese proteica 1.2 Mitose	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integração de conhecimentos que evidenciem que alguns constituintes celulares (ex. proteínas, hidratos de carbono e lípidos) são constantemente renovados.</li> <li>Discussão de dados que permitam compreender que a informação necessária à síntese de proteínas está contida nas moléculas de DNA.</li> <li>Análise e interpretação de dados em diferentes formatos (tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução.</li> <li>Relação entre o crescimento celular e a eficácia dos seus processos funcionais.</li> <li>Discussão de factores ambientais que podem interferir no ciclo celular.</li> <li>Descrição dos principais acontecimentos da mitose.</li> <li>Observação e interpretação de figuras de mitose.</li> <li>Comparação da mitose em células animais e vegetais.</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 o DNA do 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 descrição exhaustiva da ultraestrutura do cromossoma.</li> </ul>	Núcleo Membrana nuclear R.E.R. Ribossoma Cariótipo Cromossoma Cromatídio Centrómero DNA RNA Nucleótido Nucleósido Bases azotadas Ribose Desoxirribose Replicação Transcrição Tradução Códon Anti-codão Codogene Código genético Gene Genoma Mutação génica Ciclo celular Interfase Mitose: profase, metafase, anafase, telofase Citocinese	33

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>• Discussão da importância da mitose no crescimento de seres pluricelulares.</li> <li>• Integração de conhecimentos que permitam relacionar a mitose com a reparação e renovação de tecidos e órgãos.</li> <li>• Avaliação das implicações do crescimento de seres multicelulares nos processos de diferenciação celular.</li> <li>• Integração de conhecimentos que permitam reconhecer que o processo de diferenciação celular pode ser afectado por agentes ambientais (p. 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 pormenorizada de processos de diferenciação celular.</li> </ul>	<p>Célula indiferenciada Célula especializada Clone Clonagem</p>	
3 Reprodução assexuada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de dados que relacionem a mitose com os processos de reprodução assexuada.</li> <li>• Recolha, interpretação e organização de dados de natureza diversa, relativamente a processos de reprodução assexuada em diferentes tipos de organismos.</li> <li>• Concepção e realização de actividades práticas simples.</li> <li>• Previsão das implicações da reprodução assexuada para a 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 vantagens e limitações da reprodução assexuada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A descrição exaustiva de elevado número de exemplos de processos de reprodução assexuada.</li> </ul>	<p>Bipartição Divisão múltipla Fragmentação Gemulação Partenogénese Multiplicação vegetativa Esporo</p> <p>Clone Clonagem</p>	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ / Palavras-chave	Número de aulas previstas
<p>4. Reprodução sexuada</p> <p>4.1 Meiose</p> <p>4.2 Fecundação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação, esquematização e legendagem de imagens relativas aos principais acontecimentos da meiose.</li> <li>• Previsão do tipo de tecidos onde se poderão observar imagens de meiose.</li> <li>• Discussão do contributo da meiose e fecundação para a variabilidade dos seres vivos.</li> <li>• Recolha e organização de dados de natureza diversa, relativamente às estratégias de reprodução utilizadas por seres hermafroditas.</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> <li>• A diversidade de gónadas/gametângios como locais onde ocorre produção de gâmetas.</li> <li>• O hermafroditismo como condição que não implica a auto-fecundação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo pormenorizado de todos os acontecimentos nucleares da profase I.</li> <li>• A utilização de elevado número de termos específicos para nomear gónadas e/ou exemplos apresentados</li> </ul>	<p>Meiose</p> <p>Divisão reducional/ equacional</p> <p>Haplóide / diplóide</p> <p>Cromossomas homólogos</p> <p><i>Crossing-over</i></p> <p>Mutação cromossómica</p> <p>Gâmeta</p> <p>Gametângio</p> <p>Gónada</p> <p>Fecundação</p> <p>Dióico</p> <p>Monóico</p> <p>Hermafrodita</p> <p>Gonocórico</p>	
<p>5 Ciclos de vida</p> <p>5.1 Conceitos básicos</p> <p>5.2 Unidade vs diversidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de conceitos básicos na interpretação de diferentes tipos de ciclos de vida.</li> <li>• Localização e identificação dos 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>• O conceito de ciclo de vida aplicável a qualquer tipo de organismo.</li> <li>• A alternância de fases nucleares vs localização da meiose e da fecundação num ciclo de vida.</li> <li>• Os esporos e os gâmetas como células reprodutoras.</li> <li>• Os aspectos que permitem distinguir ciclos de vida com e sem alternância de gerações.</li> </ul>	<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>Ciclo de vida</p> <p>Alternância de fases nucleares</p> <p>Alternância de gerações</p> <p>Haplonte</p> <p>Diplonte</p> <p>Haplodiplonte</p>	



### **Sugestões Metodológicas:**

Partindo da situação-problema: **Como explicar a unidade e a variabilidade dos seres vivos?**, implementar actividades de discussão que permitam ao aluno visitar e enriquecer o conceito de célula estudado no ano anterior; compreender que apesar das diferenças existentes entre os seres vivos estes são caracterizados por uma unidade estrutural e funcional a nível celular e que esta unidade se revela também a nível molecular.

**Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular?**

**De que depende o crescimento celular? E o crescimento e regeneração de tecidos?**

**Por que razão as células de um indivíduo não são todas iguais?**

Questões como estas devem orientar actividades como as que em seguida se sugerem.

- Análise e interpretação, por exemplo, de tabelas, esquemas, 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 e na manutenção da vida e da estrutura celular. Será importante relacionar esses mecanismos com a ocorrência de mutações génicas, aproveitando para explorar exemplos com impacto social (p. ex. fenilcetonúria, albinismo, fibrose quística ou anemia falciforme).
- Montagem de preparações extemporâneas de vértices vegetativos para observação e interpretação de figuras de mitose ao microscópio óptico e/ou observação de preparações definitivas, ou imagens projectadas utilizando câmara de videomicroscopia ou transparências.

**Poderá o ambiente interferir no ciclo celular?**

**Qual a intervenção do Homem nesse processo?**

**Que consequências para a saúde do indivíduo?**

Questões como estas poderão orientar actividades de pesquisa e debate que permitam aos alunos reflectir sobre alterações ambientais causadas pelo homem que podem interferir quer no ciclo celular quer na diferenciação das células, no sentido de potenciar o desenvolvimento de atitudes críticas conducentes à tomada de decisões.

Desenvolver actividades de discussão com a finalidade de diagnosticar as concepções que os alunos possuem sobre os termos clone e clonagem. Neste módulo 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/ clonagem com reprodução serão retomadas posteriormente, pelo que a sua discussão poderá ser deixada em aberto.

**Até que ponto a mitose permite assegurar os processos de reprodução dos seres vivos?**

**Como explicar a variabilidade dos descendentes resultantes de processos de reprodução sexuada?**

Questões deste tipo poderão orientar actividades de aprendizagem como as que seguidamente se apresentam.

Em pequenos grupos de alunos, organizar dados de modo a enumerar, caracterizar e comparar diversas formas de reprodução assexuada, bem como conhecer e analisar criticamente a exploração que o homem faz de alguns desses processos com fins económicos. A discussão de exemplos de técnicas utilizadas pela agricultura tradicional pode ajudar os alunos a planificar e executar actividades laboratoriais que permitam pôr em prática alguns desses procedimentos.

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

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.

**Por que razão alguns seres se reproduzem assexuadamente quando o podem fazer sexuadamente?**

**O hermafroditismo compromete ou não a variabilidade dos seres vivos?**

São exemplos de questões que poderão orientar actividades de pesquisa, através das quais os alunos possam conhecer desde estratégias de fecundação cruzada utilizadas por hermafroditas (p. ex. algumas espécies de anelídeos, gastrópodes pulmonados, peixes ou angiospérmicas), à partenogénese como forma de colonizar com sucesso um determinado habitat (p. 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 do módulo seguinte (p. 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 anteriormente, com as aprendizagens relativas à reprodução, promovendo o seu enriquecimento e clarificando o seu significado quando relacionados com a obtenção de indivíduos.

Em relação aos ciclos de vida sugere-se a realização de actividades de grupo para análise, interpretação, comparação e sistematização de informação sobre ciclos de vida. Na medida do possível, devem ser seleccionados ciclos de vida de seres conhecidos dos alunos. O professor deverá seleccionar/ construir/ adaptar 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 alunos deverão ser capazes de identificar os processos de reprodução em jogo, as células reprodutoras (gâmetas e/ou esporos), a localização da meiose e da fecundação (caso existam), de modo a comparar a extensão das diferentes fases nucleares e gerações nos ciclos de vida em estudo.

## MÓDULO 5 - PARTE I - COMPONENTE DE BIOLOGIA

### ***EVOLUÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS SERES VIVOS***

**Como é que a Ciência e a Sociedade têm interpretado a diversidade biológica?**

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

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / / Palavras-chave	Número de aulas previstas
1 Unicelularidade vs multicelularidade e	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes.</li> <li>• Análise de informação que permita compreender que o aumento da célula acarreta problemas que determinaram a organização colonial.</li> <li>• Discussão da origem da multicelularidade tendo em conta a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais.</li> <li>• Relação entre a pluricelularidade e a diferenciação celular.</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> </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 das células dos organismos coloniais traduz um aumento de complexidade.</li> <li>• A pluricelularidade implica uma maior organização e diferenciação celular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo exaustivo dos organismos com organização colonial.</li> </ul>	Procarionte Eucarionte  População  Modelo autogénico Modelo endossimbótico  Colónias	15
2. Mecanismos de evolução  2.1 Perspectiva histórica  2.2 Neodarwinismo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam.</li> <li>• Discussão de mecanismos de selecção natural e artificial.</li> <li>• Relação entre a capacidade adaptativa de uma população e 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>• Os contributos de diferentes áreas científicas (p. ex. anatomia, citologia, bioquímica... ) na fundamentação e consolidação do conceito de evolução.</li> <li>• As diferenças entre o pensamento de Lamarck e Darwin e a utilização do termo neodarwinismo.</li> <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>• O estudo pormenorizado das teorias evolucionistas.</li> <li>• A abordagem exaustiva dos argumentos que fundamentam a teoria evolucionista.</li> </ul>	Evolucionismo Lamarckismo Darwinismo Neodarwinismo  Estruturas homólogas, análogas e vestigiais Evolução convergente e divergente Radiação adaptativa Seleccção natural/ artificial	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos/ / Palavras-chave	Número de aulas previstas
<p>3 Sistemas de classificação</p> <p>3.1 Diversidade de critérios</p> <p>3.2 Taxonomia e Nomenclatura</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discussão das perspectivas e argumentos associados aos diferentes sistemas de classificação que foram sendo elaborados.</li> <li>Identificação de critérios que permitam distinguir sistemas de classificação práticos/ racionais, artificiais/ naturais e filogenéticos.</li> <li>Utilização de chaves dicotómicas simples e regras básicas de nomenclatura.</li> <li>Avaliação das potencialidades e limitações inerentes ao uso de chaves dicotómicas e cladogramas.</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> </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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exploração exhaustiva de todos os contributos históricos para a evolução dos sistemas de classificação.</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>Cladograma</p> <p>Árvore filogenética</p> <p>Nomenclatura binominal</p>	
<p>4 Sistema de classificação de Whittaker modificado</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparação da classificação de Whittaker com outras antecedentes, atendendo ao número de Reinos e aos critérios utilizados.</li> <li>Discussão da consensualidade desta classificação face a outras propostas apresentadas posteriormente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 à classificação de Whittaker (nível de organização celular, modo de nutrição, interacções nos ecossistemas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A abordagem pormenorizada das categorias taxonómicas inferiores ao Reino.</li> </ul>	<p>Eubactérias</p> <p>Arqueobactérias</p> <p>Monera</p> <p>Protista</p> <p>Fungi</p> <p>Plantae</p> <p>Animalia</p>	

## **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 (p. ex: cianobactérias, paramécia, *Volvox* e *Elodea*). 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.

Quanto aos mecanismos de evolução sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo:

**Como explicar a diversidade dos seres vivos?**

**Essa 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 aos seguintes aspectos:

- evolucionismo e argumentos que o sustentam (p. ex. anatómicos, citológicos, bioquímicos ...);
- evolução convergente e divergente, particularizando a radiação adaptativa.

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 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 possuíam naturalmente.

Relativamente à sistemática dos seres vivos, sugere-se a organização de trabalhos de pesquisa e discussão orientados por questões do tipo:

**Por que surgiu 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?**

Sistematização, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma, dos seguintes tópicos:

- sistemas de classificação (p. ex. práticos/ racionais, artificiais/ naturais e filogenéticos), critérios subjacentes, potencialidades e limitações;
- chaves dicotómicas vs cladogramas;
- 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.

Classificação de alguns seres vivos com base em chaves dicotómicas simples; consoante os recursos disponíveis, poderão ser utilizados exemplares conservados, modelos em resina ou imagens.

## **MÓDULO 5 - PARTE II - COMPONENTE DE GEOLOGIA**

### **RISCO GEOLÓGICO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO**

#### **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.

#### **1. Objectivos didácticos**

- Analisar situações-problema relacionadas com aspectos de ordenamento do território e de risco geológico.

---

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



## 2. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento	<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>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.</p> <p>- leito e leito de cheia.</p> <p>- perfil transversal.</p> <p>- erosão, transporte e deposição (2.1).</p> <p>-ordenamento do território</p> <p>- risco geológico.</p>	<p>6</p> <p>6</p>

<p>1.2 Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação-problema</i>).</p>		<p>Ver, na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.</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>	6
<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>	

### 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?

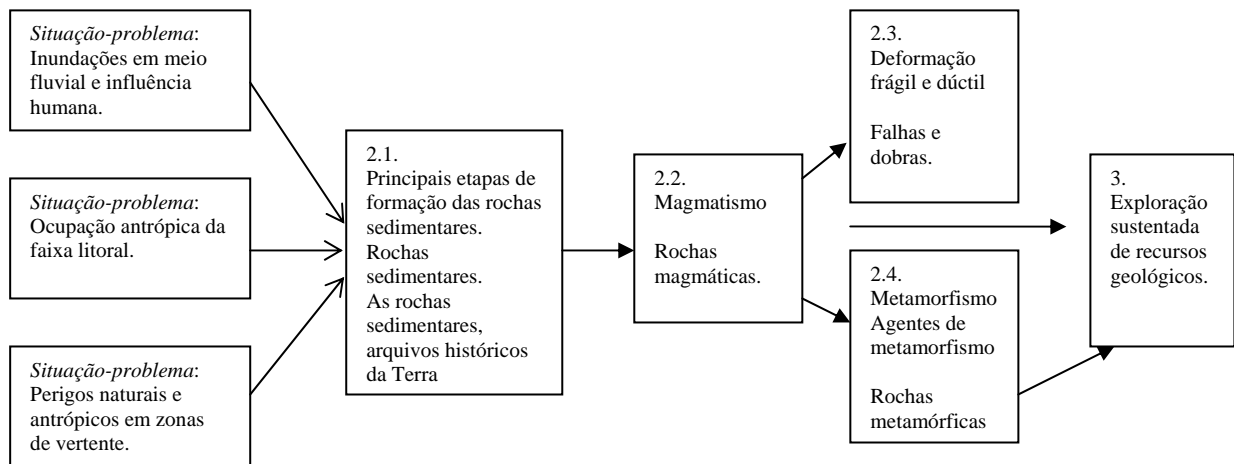
#### **C – Zonas de vertente (1.3) – Perigos naturais e antrópicos.**

- 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 Geral de Exploração do Módulo 5 – Parte II – Componente de Geologia

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.



## 5. Sugestões metodológicas

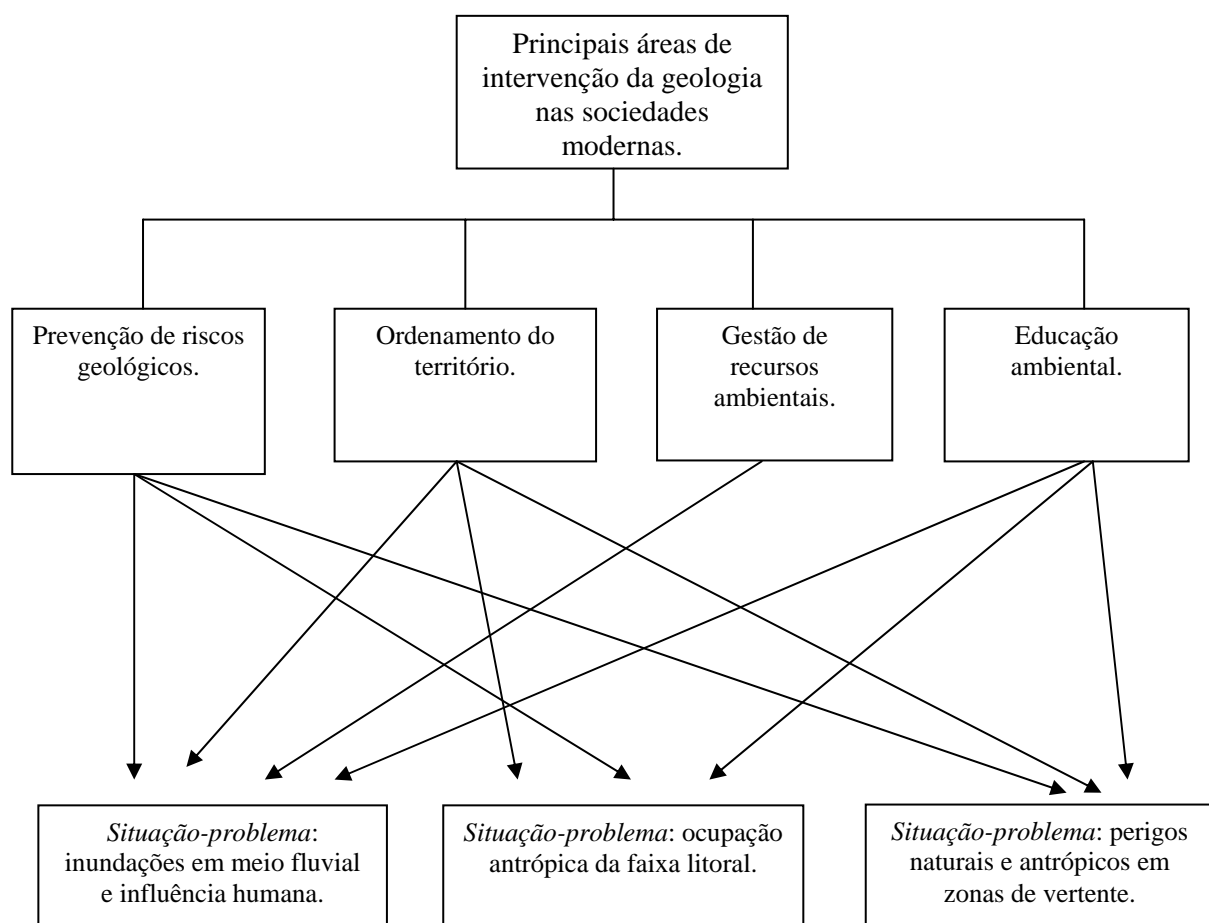
### 1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento - (1.1.) Bacias hidrográficas, (1.2) Zonas costeiras, (1.3.) Zonas de vertente.

#### 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. Actividades práticas

C1. 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.

C2. Pesquisa de informação através da *Internet*, de jornais e de revistas sobre as consequências das referidas situações para as populações.

C3. Observação e interpretação de situações concretas apresentadas em projecções de filmes-vídeo ou de diapositivos.

C4. 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.

C5. 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*, nº 4.
- 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 impacto 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.



## **MÓDULO 6 – COMPONENTE DE GEOLOGIA**

### **PROCESSOS E MATERIAIS GEOLÓGICOS EXPLORAÇÃO SUSTENTADA DE RECURSOS.**

#### **Introdução**

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.

#### **1. Objectivos de aprendizagem**

- 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. Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
<p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p> <p>2.1 Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</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>As principais etapas de formação das rochas sedimentares.</p> <p>A classificação das rochas sedimentares com base na sua génese: detríticas, quimiogénicas e biogénicas.</p> <p>E introduzir os conceitos de mineral e rocha em paralelo com o estudo das rochas sedimentares, mas considerando-o como um conceito transversal (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</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 génese dos carvões e do petróleo, não</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</p>	13

		<p>Ver, na investigação científica, também, uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p> <p>Assumir atitudes de defesa do património geológico.</p>	<p>tipos de rochas sedimentares propostas.</p> <p>As informações que os fósseis de fácies nos podem fornecer sobre paleoambientes.</p> <p>A contribuição dos fósseis na datação das formações rochosas que os contêm, citando exemplos.</p> <p>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 de tempos a tempos afectaram os biomas terrestres.</p>	<p>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>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>argilitos), quimiogénicas (travertino, gesso e salgema) e biogénicas (calcário, calcário recifal, calcário conífero, carvões e hidrocarbonetos).</p> <p>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.</p> <p>Ambientes sedimentares continentais, de transição e marinhos.</p> <p>Estrato (tecto e muro) e sequência estratigráfica.</p> <p>Princípios da sobreposição, da continuidade lateral e da identidade paleontológica.</p> <p>Calendário geológico a nível das Eras.</p>	
--	--	---	--	--	--	--

<p>2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.</p>			<p>A classificação das rochas magmáticas com base no ambiente de consolidação dos magmas.</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>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>Outras classificações das rochas magmáticas para além da classificação proposta.</p> <p>O estudo de outras rochas magmáticas além das referidas.</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>- 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>7</p>
<p>2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.</p>			<p>A ideia de que as dobras e falhas resultam de tensões sofridas pelas rochas.</p>	<p>A referência a dobras não cilíndricas.</p>	<p>Comportamento dos materiais: frágil e dúctil.</p> <p>Elementos de falha (tecto, muro, plano de falha, rejecto vertical). Direcção e inclinação das falhas Falhas: normais, inversas e desligamentos.</p> <p>Dobras. Elementos caracterizadores das</p>	<p>3</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>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 sequências metamórficas, assim como de fácies metamórficas.</p>	<p>dobras (eixo de dobra, charneira, flancos e superfície axial). Anticlinal e sinclinal. Antiforma, sinforma e dobra neutra.</p> <p>Metamorfismo. Factores de metamorfismo (tensão litostática e tensão não-litostática, temperatura e fluidos).</p> <p>Mineral. Recristalização química. Minerais índice.</p> <p>Tipos de metamorfismo (de contacto e regional).</p> <p>Rochas metamórficas (corneanas, quartzitos e mármores e xistos argilosos, ardósias, filitos, micaxistos e gnaisses).</p>	<p>6</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>A importância de alguns recursos geológicos como matérias-primas (construção e indústria) e 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>Um tratamento exaustivo do estudo da energia nuclear.</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>Exploração sustentada de recursos geológicos.</p>	<p>4</p>
---	--	--	---	--	---	----------

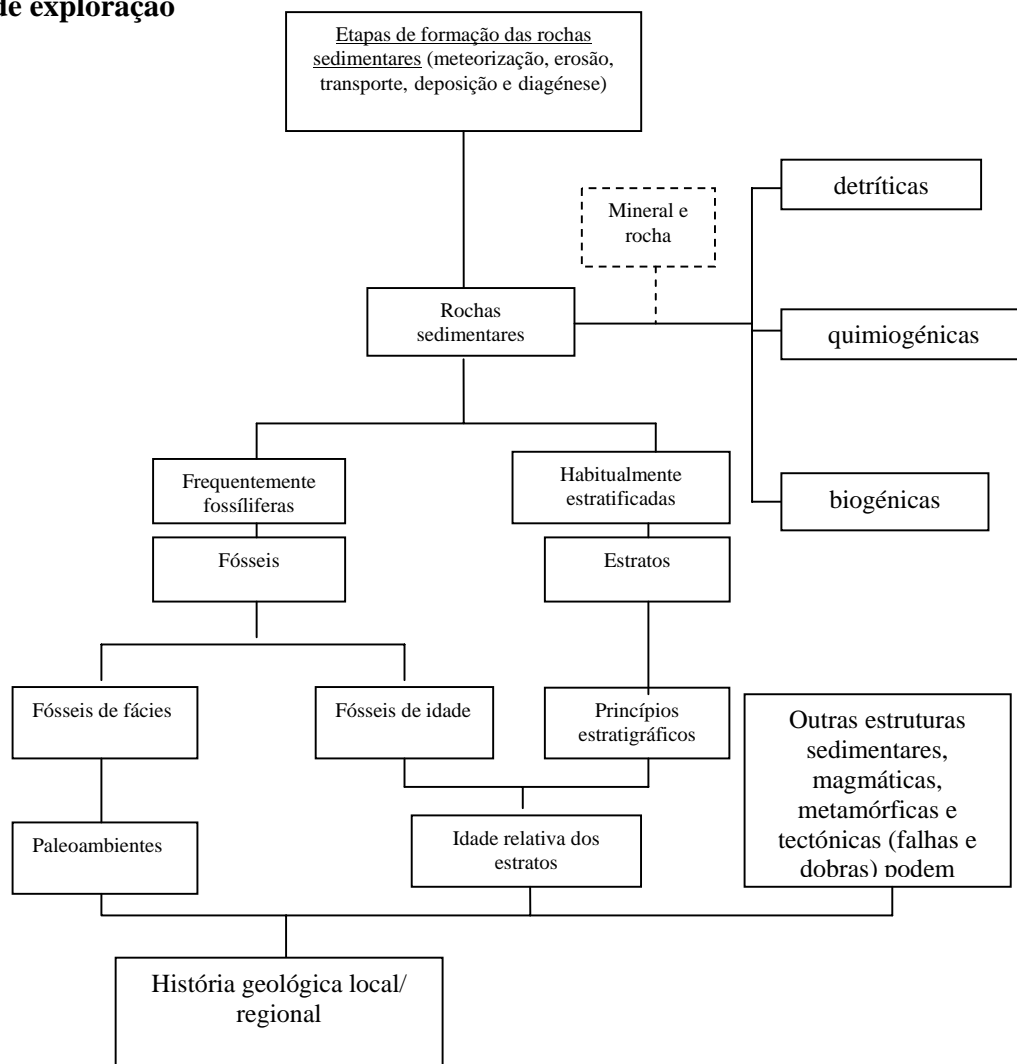
#### 4. Sugestões Metodológicas

### 1 - 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 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. Actividades práticas

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.

C6. Estudo em laboratório da composição e granulometria de areias. Sugere-se a consulta de: Obrador, A. & Estrada, R. (2002). Del sedimento arenoso a la roca. In *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.1, 78-83.

C7. 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 *online* 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>.

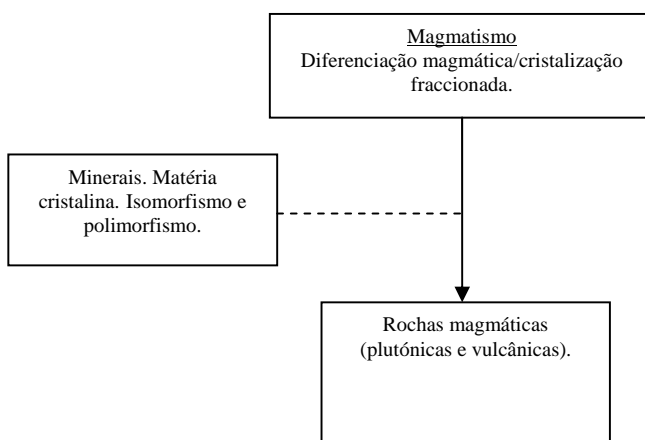
## 2 – 2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas.

### 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. Actividades práticas

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, possibilita 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, da substância 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.
- *Crystals* (1990). Londres: British Museum (Natural History).

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>).

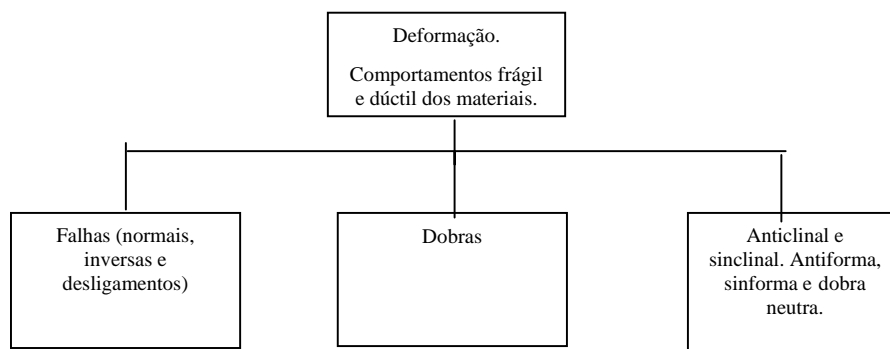
### 3 – 2.3 Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.

#### 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 litoral do nosso país, assim como noutros locais.

#### B. Carta de exploração



#### C. Actividades práticas

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. & 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 Didáticos 2*, Lisboa: Ministério da Educação.
- Fonseca, P. E., Ribeiro, L. P., Caranova, R. & 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

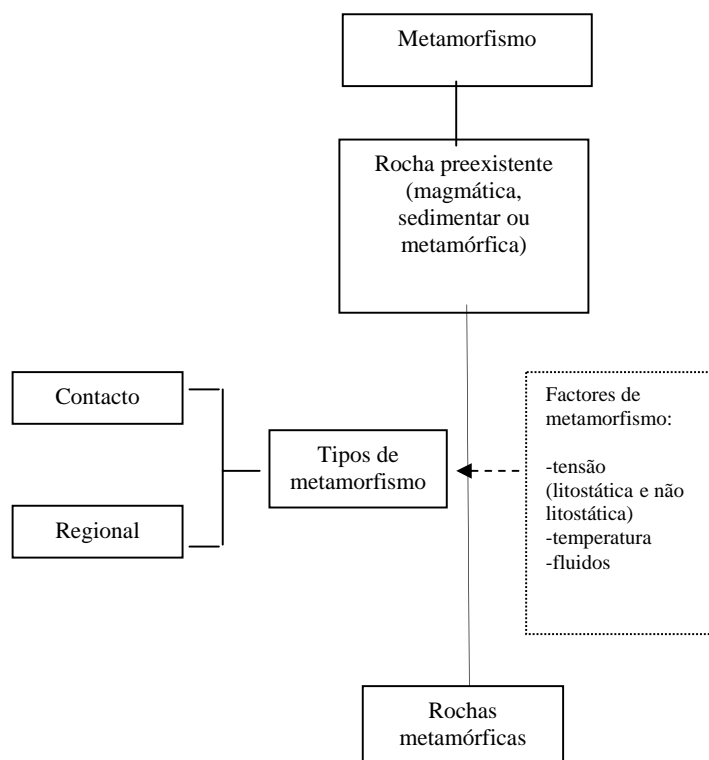
Anguita, F., Anguita, J., Berjillos, P. & Sánchez, E. (s.d). La Vuelta al aula en 256 Geoimágenes. (Recursos visuales para una clase de Geología).

#### 4 – 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. Actividades práticas

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.

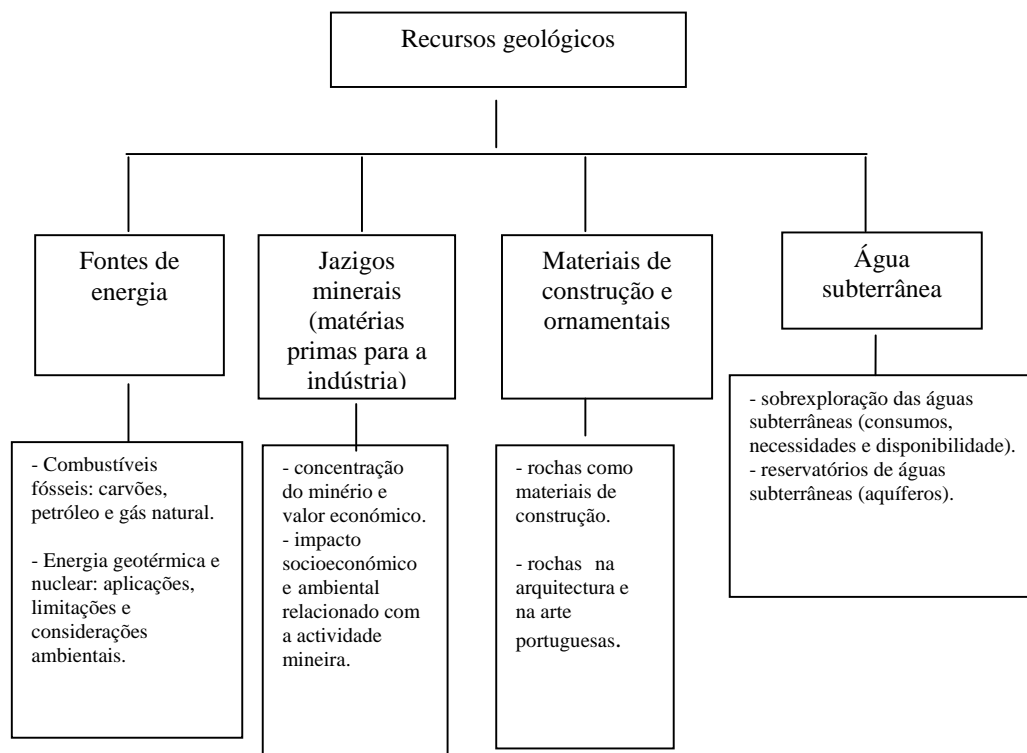
### 5 – 3. Exploração sustentada de recursos geológicos

#### 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



### C. Actividades prácticas

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. 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, em 2 volumes, “As rochas dos monumentos portugueses, tipologias e patologias”, de Aires-Barros, L., 2001, Lisboa, IPPAR.

C3. 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. In *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10.1, 47-51.

C4. 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.



## 4. BIBLIOGRAFIA

### 4.1. Componente de Biologia

#### 4.1.1. Bibliografia comentada

- Alderson, P. & Rowland, M. (1995). *Making Use of Biology* (2ªEd.). London: MacMillan Press Ltd.

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

- Aldridge, S. (2001). *Moléculas Mágicas – como actuam as drogas*. Lisboa: Editora Replicação.

Obra com texto acessível para alunos e professores. Possui informação interessante sobre a forma como alguns fármacos e drogas interagem com os seus alvos no organismo, de onde provêm e como foram desenvolvidos. São tratados, entre outros, aspectos relacionados com mecanismos de infecção e abordagens médicas centradas nos genes.

- Azevedo, C. (Coord.) (1999). *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.). Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas.

Texto para o professor, com informação actualizada sobre aspectos de ultraestrutura e fisiologia celular.

- Campbell, N. A.; Mitchel, L. G. & Reece, E. J. (1999). *Biology* (3ª Ed.). Menlo Park: Benjamin/Cummings Publishing Company.

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A vida da célula; Reprodução celular e genética; Conceitos de Evolução; Ecologia;...). A apresentação dos temas é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência – tecnologia - sociedade dos temas e conceitos estudados. O livro possui CD-ROM interactivo.

- 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 mais tradicional de *Ensino por Transmissão* até ao *Ensino por Pesquisa* potenciador de inovação e portador de um nova concepção de educação em Ciências.

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

Livro de texto onde se tratam alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é acessível para os alunos deste nível de ensino.

- Dolphin, W. (2001). *Biological Investigations: form, function, diversity and process* (6ª Ed.). Boston: McGraw-Hill, Companies. Inc.

Manual de laboratório. Contém propostas de actividades práticas e laboratoriais (nomeadamente, propriedades das enzimas, genética, isolamento de DNA e trabalhos com plasmídeos, ensaios sobre qualidade da água...).

- Fernandes, D. (2005). *Avaliação das Aprendizagens: Desafios às Teorias, Práticas e Políticas*. Lisboa: Texto Editora.

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

- Gonçalves, M. (org.) (2003). *Os Portugueses e a Ciência*. Lisboa: Dom Quixote.

Obra interessante para professores. São apresentados diversos textos onde se analisam situações recentes do contexto nacional onde estão em jogo relações recíprocas entre a ciência, os cidadãos e o exercício da cidadania. São lançadas pistas para o repensar da conceptualização da cultura científica, para a reforma de práticas tradicionais de

divulgação de ciência e de avaliação de literacia científica. Entre outros são analisados casos mediáticos como o da incineração de resíduos.

- Jiménez, P. (Coord.) (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Graó.

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

- Jones, A., Reed, R., Weyers, E. J. (1998). *Practical Skills In Biology* (2ª Ed). London: Longman.

Manual de laboratório. Contém propostas de actividades práticas e laboratoriais

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

Texto acessível e sintético 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.

- Junqueira, L.C. & Carneiro, J. (2004). *Histologia Básica* (10ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.

A obra apresenta de forma clara e concisa aspectos da histologia funcional. Os tópicos 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.

- 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* (3ª 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

- 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.

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

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

- Mintzes, J. J.; Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (Coords.) (2000). *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano.

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

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

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

- 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.

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

Este livro, para professores destina-se a aprofundar saberes de 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 o 4- Enfatiza procedimentos de investigação.

- Oliveira, M. T. (Coord.) (1991). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

O livro reúne o contributo de vários autores que apresentam, de forma sintética, alguns dos aspectos que nos últimos anos têm sido alvo de investigação em didáctica

(p. ex., *Concepções Alternativas, Mudança Conceptual, Modelos de Ensino,...*). Os capítulos fornecem elementos que podem ajudar os professores a analisar criticamente as suas práticas.

- Paniagua, R. et al. (1997). *Citología e Histología Vegetal y Animal* (2ª Ed.). Madrid: McGRAW – HILL – Interamericana de España, S. A. U.

Obra em língua espanhola que contém textos e imagens relativos à citologia e histologia vegetal e animal. O texto está organizado numa perspectiva evolutiva; parte do nível de organização mais simples para o mais complexo, isto é, explora primeiro a célula (animal e vegetal) e os seus componentes, e depois os tecidos e órgãos explicitando a sua formação e função.

- 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.

- Purves, W. K., Orians G. H. & Heller E. H. (1998). *Life, The Science of Biology* (5ª Ed.). Sunderland: Sinauer Associates.

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

- Sequeira, M. et al (org.) (2000). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Actas do Congresso subordinado ao título do próprio livram que decorreu de 22 a 24 de Março de 2000, na Universidade do Minho. Contém vários contributos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre a educação em ciências. Possui, também, diversos relatos de actividades práticas e experimentais, desenvolvidas por professores com os alunos. Obra interessante para aprofundamento de saberes didácticos. O ME distribuiu exemplares a todas as escolas com ensino secundário.

- Stiefel, B. (2001). *Historia de La Ciencia – Sorpresa y Creatividad en los descubrimientos científico*. 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. Possui textos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didáticas actuais sobre o papel das actividades práticas (nomeadamente as de natureza laboratorial, experimental e de campo) na educação em ciência. Outros textos 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 práticas.

#### 4.1.2. Livros de divulgação de ciência

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

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

Gould, S. J. (1980). *O Polegar do Panda*. Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.

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

Jacob, F. (1985). *A Lógica da Vida* (2ª Ed). Lisboa: Publicações Dom Quixote.

Jacob, F. (1985). *O Jogo dos Possíveis* (3ª Ed). Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.

Jacob, F. (1997). *O Ratinho a Mosca e o Homem*. Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.

Jacquard, A. (1998). *A Equação do Nenúfar – os prazeres da ciência*. Lisboa: Terramar Ed.

Sagan, C. (1997). *Um Mundo Infestado de Demónios*. Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.

Soutullo, D. (1998) *De Darwin al ADN – ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología*. Madrid: Talasa Ediciones S.A.

Wilson, E. (1997). *A Diversidade da Vida*. Lisboa: Gradiva Publicações, Lda.

## 4.2. Componente de Geologia

### 4.2.1. Bibliografia comentada

- Allégre, C. (1987). *Da pedra à estrela*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.

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

- Allégre, C. (1993). *As fúrias da Terra*. Lisboa: Relógio d'Água.

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

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

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

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

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

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

Trata-se de uma história de duas disciplinas científicas onde se narram os principais problemas de cada época e as propostas que foram surgindo para os resolver, os



conceitos dominantes e as suas mudanças, considerando sempre o contexto social, cultural e económico em que se foi desenvolvendo o processo de construção da ciência.

- Andrade, C. F. (1998). *Dinâmica, Erosão e Conservação das Zonas de Praia*. Lisboa: Parque Expo.

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

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

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

- 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. & Tardy, M. (1999). *Sciences de la Terre et de l'Univers*. Paris: Vuibert.

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

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

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

- Carmen, L., Caballer, M. J., Furió, C., Gómez Crespo, M. A., Jiménez, M. P., Jorba, J.; Oñorbe, A., Pedrinaci, E., Pozo, J. I., SanMartí, N. & Vilches, A. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la naturaleza en la Educación Secundária*. Barcelona: ICE/HORSORI.

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

- Chernicoff, S., Fox, H. A. & Venkatarrishnan, R. (1997). *Essentials of Geology*. New York: Woth Publishers.

Texto básico que cobre as matérias de geologia geral.

- Chamley, H, (2002). *Environnements géologiques et activités humaines*. Paris: Vuibert.

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

- Chernicoff, S., Fox, H.A. & Venkatarrishnan, R. (1997). *Essentials of Geology*. New York: Woth Publishers.

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

- Costa, F., Garcia, M. A., Gameiro, M. I. 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. Galopim, N. (1993). *A vida e a morte dos dinossáurios*. Lisboa: Gradiva.

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

- Galopim de Carvalho, A.M. (1996). *Geologia – Morfogénese e Sedimentogénese*. Lisboa: Universidade Aberta.

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

- Galopim de Carvalho, A.M. (1996). *Geologia – Petrogênese e Orogênese*. Lisboa: Universidade Aberta.

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

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

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

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

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

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

Este livro de texto em português aborda diversos temas programáticos.

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

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

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

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

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

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

Ao longo do livro, o efeito destruidor da actividade vulcânica é frequentemente confrontado com o carácter renovador e criador de condições de vida na Terra 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.& Amador, F., (s.d.). Águas subterrâneas: uma abordagem metodológica. In *Cadernos Didácticos*, nº 2, Lisboa: ME-DES.

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

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

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

- Mendes Victor, L.A. (1998). *O fundo dos oceanos*. Lisboa: Parque 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. & Menking, K. (1997). *Environmental Geology*. New York: W.H. Freeman and Company.

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

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

Escrito por um especialista, alia o rigor na linguagem às características de uma obra de divulgação. Disponibiliza, de forma atraente, uma série de informação sobre a descoberta dos primeiros fósseis de 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 didácticas.

- Murck, B. & Skinner, B. (1999). *Geology Today*. New York: John Wiley & Sons.

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

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

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

- Pozo, J.I. & Gómez Crespo, M.A., (1998). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Morata.

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

- Praia, J. & Marques, L. (1995). *Formação de Professores*. Série Ciências, nº 1. Aveiro: Universidade de Aveiro.

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

- Press, F. & Siever, R. (1999). *Understanding Earth*. New York: W.H. Freeman and Company.

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

- Prost, A. (1999). *La Terre. 50 expériences pour découvrir notre planète*. Paris: Belin.

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

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

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

- Serra, J. M. (coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências*. Lisboa: ME- DES.

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

- Skinner, B.J. & Porter, S.C. (1995). *The Dynamic Earth*. New York: Ed. John Wiley & Sons.

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

- Skinner, B., Porter, S.C. & Botkin, D.B. (1999). *The Blue Planet*. New York: John Wiley & Sons.

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

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

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

- Tarbuck, E.J. & Lutgens, F.K. (1997). *Earth Science*. New Jersey: Prentice-Hall.

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

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

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

- Valadares, J. & Graça, M. (1998). *Avaliando para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano.

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

- Weiner, J. (1987). *O planeta Terra*. Lisboa: Gradiva.

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

#### **4.2.2. Outra bibliografia comentada**

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

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

- Monografias de Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – Serie Cuadernos Didácticos: 1. Investigando las Ciencias de la Tierra – Estructura de la Tierra y Tectónica de Placas, 2. Investigando las Ciencias de la Tierra – Cambio en la atmósfera, 3. Investigando las Ciencias de la Tierra – Introducción al mapa geológico (1): topografía y fundamentos.

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.

#### **4.2.3. 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.
- 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.
- Machado, F. & Forjaz, V.H. (1968). *Actividade vulcânica do Faial – 1957-1967*. Porto: Comissão de Turismo do Distrito da Horta.
- Mintzes, J. J.; Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (2000). *Ensinando ciência para a compreensão*. Lisboa: Plátano.
- Sagan, C. (1984). *Cosmos*. Lisboa: Gradiva.
- Wiswall, C.G. & Fletcher III, C.H. (1997). *Investigating Earth – A Geology Laboratory Text*. Dubuque, IA: Wmc.C. Brown Publishers.
- *Actas do Simpósio Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Inclui um conjunto de texto entre os quais destacamos “Towards an Earth-Environmental Science Education for all aged 14-16” de David P. Thompsson, “Global Science Literacy in the Secondary School Curriculum” de Victor J. Mayer e “A educação em Ciências da



Terra: da teoria à prática – implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem” de Nir Orion.

#### Publicações do DES

- Departamento do Ensino Secundário (org.) (2000). *Cadernos Didáticos de Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Serra, J. M. (Coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências: Materiais Didáticos 1, 2*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário.