

**Ministério da Educação**  
**Departamento do Ensino Secundário**

**Programa de Biologia e Geologia**

**10º Ano**

**Autores**

**Componente de Geologia**

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

**Componente de Biologia**

**Colaboradores**

Alcina Mendes  
Dorinda Rebelo  
Eduardo Pinheiro

**Homologação - Setembro de 2001**

## Índice

Introdução geral .....	3
Componente de Geologia .....	5
Introdução .....	6
1. Apresentação do Programa de Geologia (10° e 11° anos)	
1.1 Finalidades .....	7
1.2 Objectivos .....	8
1.3 Competências a desenvolver .....	9
1.4 Visão Geral do Programa de 10° e 11° anos .....	11
1.5 Sugestões Metodológicas Gerais .....	12
1.6 Avaliação .....	13
1.7 Recursos .....	14
2. Desenvolvimento do programa	
2.1 Organização Geral .....	19
2.2 Programa do 10° ano	
2.2.1 Visão Geral dos Temas .....	20
2.2.2 Módulo inicial - Tema I – A Geologia, os Geólogos e os seus Métodos .....	21
2.2.3 Tema II – A Terra, um Planeta muito especial .....	34
2.2.4 Tema III – Compreender a Estrutura e a Dinâmica da Geosfera .....	49
Componente de Biologia .....	64
Introdução .....	65
1. Apresentação do Programa	
1.1 Finalidades e objectivos gerais .....	66
1.2 Competências a desenvolver .....	67
1.3 Visão geral do Programa .....	68
1.4 Sugestões metodológicas gerais .....	70
1.5 Avaliação .....	71
1.6 Recursos .....	72
2. Desenvolvimento do Programa	
2.1 Mapa de exploração .....	77
2.2 Módulo inicial .....	78
2.3 Unidade 1 – Obtenção de matéria .....	80
2.4 Unidade 2 – Distribuição de matéria .....	82
2.5 Unidade 3 – Transformação e utilização de energia pelos seres vivos .....	84
2.6 Unidade 4 – Regulação nos seres vivos .....	86
Bibliografia	
Componente de Geologia .....	89
Componente de Biologia .....	95

## **Introdução Geral**

A disciplina de Biologia e Geologia encontra-se inserida no tronco comum da componente de formação específica do Curso Geral de Ciências Naturais. 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.

De acordo com os Princípios Orientadores da Revisão Curricular do Ensino Secundário, a disciplina tem um programa nacional, devendo cada uma das suas áreas científicas, Biologia e Geologia, ser leccionada em cada um dos semestres a definir para cada ano lectivo e com igual extensão, pretendendo-se alcançar uma situação de equilíbrio nas duas áreas científicas. Assim, sugere-se que no 10º ano o 1º semestre seja dedicado à Geologia e o 2º semestre à Biologia, e no 11º ano se alterne, isto é, inicie pela Biologia. No entanto, respeitando a autonomia das escolas, as suas especificidades e condições, poderão existir escolas onde se tenha de verificar o contrário pelo que, as duas áreas científicas se iniciam por um módulo inicial. Relativamente à gestão horária de 4,5 horas/semana, toma-se como ponto de partida que esta é organizada em três sessões de 90 minutos cada, sendo uma delas exclusivamente de carácter prático, com a turma dividida em turnos. 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. Estas actividades lectivas deverão ser apoiadas por um técnico de laboratório em funcionamento a tempo inteiro.

Com vista a conseguir igualar a situação dos alunos da mesma turma no que respeita a aulas práticas (número e proximidade das outras aulas), recomenda-se que os turnos funcionem no mesmo dia da semana (articulados com o desdobramento equivalente para a disciplina de Física e Química).

### **1. Finalidades da disciplina de Biologia e Geologia.**

Muitas das questões que afectam o futuro da civilização vão procurar respostas nos mais recentes desenvolvimentos da Biologia e da Geologia. Entre as inúmeras questões podemos destacar o crescimento demográfico, a produção e distribuição de alimentos, o bem-estar do indivíduo, a preservação da biodiversidade, a manipulação do genoma humano e dos outros seres vivos, o combate à doença e a promoção da vida, a escassez de espaços e recursos, as intervenções do Homem nos subsistemas terrestres associados a impactos geológicos negativos, o problema da protecção ambiental e do desenvolvimento sustentável e muitas outras questões que poderiam ser referenciadas e para as quais não basta encontrar respostas tecnológicas. É necessário, para além destas, uma mudança de atitudes por parte do cidadão e da sociedade em geral. Para que esta mudança de atitudes se verifique, impõe-se uma literacia científica sólida que nos auxilie a compreender o mundo em que vivemos, identificar os seus

problemas e entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos. A consciencialização e a reflexão críticas sobre esses desafios são inadiáveis, sob pena de uma crescente incapacidade dos cidadãos para desempenharem o seu papel no seio da democracia participada e em garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas. O programa dos 10º e 11º anos de Biologia e Geologia pretende ser uma peça importante e participar activamente na construção de cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes, atendendo às finalidades anteriormente expressas. Indicam-se, seguidamente, as linhas fundamentais que presidiram à selecção e organização dos conteúdos programáticos.

## **2. Selecção e organização dos conteúdos**

Baseados, principalmente, em quadros teóricos oriundos das respectivas áreas de especialidade, Biologia e Geologia, assim como nos resultados obtidos em investigações na área do Ensino de Ciências, os autores do programa adoptaram critérios de selecção e organização dos temas/conteúdos que tiveram em consideração diversos aspectos, tais como:

- as grandes finalidades da disciplina, anteriormente expressas, e, ainda, que o programa não deve ser apenas pensado e dirigido para alunos que possam seguir uma carreira profissional nestas áreas, mas também para indivíduos a quem a sociedade exige, cada vez mais, uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas baseados em informação e métodos científicos;

- a perspectiva de que ensinar ciências não deve ser a de transmitir conhecimentos, mas sim a de criar ambientes de ensino e de aprendizagem favoráveis à construção activa do saber e do saber fazer;

- a necessidade de fornecer quadros conceptuais integradores e globalizantes que facilitem as aprendizagens significativas;

- o destaque a temas actuais com impacto na protecção do ambiente, no desenvolvimento sustentável, no exercício da cidadania.

Foram privilegiados os conteúdos considerados básicos e estruturantes em cada uma das áreas do saber, em consonância, aliás, com os Princípios Orientadores da Revisão Curricular. Uma vez que o nível de aprofundamento dos temas abordados foi, também, uma das preocupações que presidiu à elaboração deste programa, tentou explicitar-se de forma clara o tipo e o grau de desenvolvimento com que devem ser abordados os diferentes assuntos. É importante destacar que, quando se propõem abordagens globais a um determinado assunto, isso não pretende indicar simplificação, mas apontar a necessidade de se promover uma visão articulada e estruturada dos conteúdos.

## *Componente de Geologia*

## INTRODUÇÃO

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 eco-geológica 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 prevêem 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.

### 1. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA DE GEOLOGIA (10º E 11º ANOS)

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.

## 1.1 FINALIDADES

As finalidades que presidiram à elaboração deste programa estão marcadas pela adoção, 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, nos instrumentos produzidos e nos momentos da sua aplicação. A uma avaliação dos aspectos conceptuais é importante associar uma avaliação de aspectos procedimentais e atitudinais;
- 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, o programa de Geologia encontra-se organizado por temas (três no 10º ano e dois no 11º ano), unidades logicamente estruturadas que incluem conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.

## 1.2 OBJECTIVOS

Os objectivos que presidiram à selecção e organização dos conteúdos programáticos (conceptuais, atitudinais e procedimentais) 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 repetitantes 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 temas, assim como os respectivos conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.

### 1.3 COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

O presente programa pretende desenvolver competências nos seguintes domínios:

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

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

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

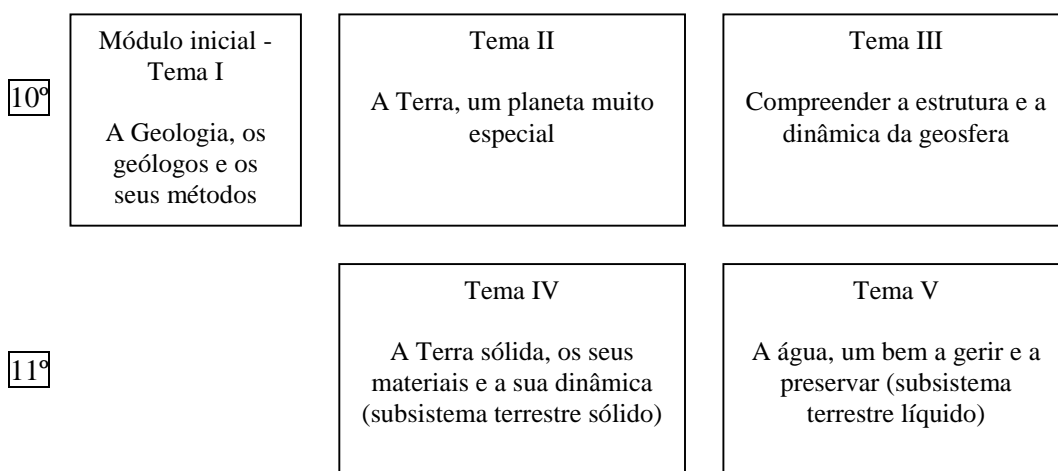
Por sua vez, os conteúdos procedimentais incluem o domínio de algumas técnicas e destrezas, bem como estratégias de aprendizagem e de raciocínio. Relativamente a estes últimos, no programa de Geologia são valorizados os conteúdos procedimentais relativos à:

- aquisição de informação, uma vez que uma das mais importantes actividades em Geologia se encontra relacionada com a observação e recolha de dados, tanto no campo como no laboratório;
- interpretação de informação, utilizando modelos teóricos que permitam atribuir sentido aos dados recolhidos;
- análise de informação e realização de inferências, sendo que este tipo de raciocínios possui um valor particular em Geologia;
- compreensão e organização conceptual da informação;
- comunicação da informação.

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

#### 1.4 VISÃO GERAL DO PROGRAMA DE 10º E 11º ANOS

O programa de Geologia (10º e 11º anos) encontra-se organizado em cinco grandes temas.



A sequência de temas propostos 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.

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

### 1.5 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 apresentadas no ponto 2:

- 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;

- potenciar actividades de indagação e pequenas investigações, incluindo preferencialmente a utilização de actividades laboratoriais e de campo. 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;

- no caso específico da Geologia um dos aspectos que, em termos metodológicos, mais importa destacar é o das designadas actividades de campo. À semelhança de outras, estas não devem ser vistas como actividades isoladas e complementares, mas antes como acontecimentos contextualizados e perfeitamente integrados nos currículos, dando continuidade ao que se faz na sala de aula e no laboratório. As questões de segurança e certos princípios éticos de actuação do geólogo no campo, em especial a grande

contenção na destruição de afloramentos e colheita de amostras, não devem ser esquecidos;

- 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, explorando alternativas, ao mesmo tempo que se familiarizam com os métodos de trabalho dos geólogos, e adquirir um interesse crítico pelas ciências e pelas suas repercussões sociais e tecnológicas.

Sugere-se que a partir das sugestões metodológicas apresentadas para cada tópico sejam elaborados materiais didácticos por equipas de professores, submetidos, depois de produzidos, a uma contrastação experimental que vise a sua avaliação e melhoria, adquirindo também, desta forma, o trabalho do professor uma componente de trabalho cooperativo e investigativo.

## 1.6 AVALIAÇÃO

O processo de avaliação, na perspectiva construtivista seguida pelo programa, deve estar directamente relacionado com o ensino e a aprendizagem. Sendo a avaliação uma actividade caracterizada pela identificação de erros ou dificuldades, tentativas de compreensão das suas causas e tomadas de decisão com o objectivo de os corrigir, nela devem estar envolvidos o professor e o aluno, este último num processo de auto-avaliação que o torne consciente dos seus percursos de aprendizagem.

Considerando que o programa foi estruturado, entre outras perspectivas, com base numa lógica disciplinar e que os alunos já são possuidores das suas próprias representações, chama-se a atenção para o papel que a avaliação diagnóstica pode desempenhar, permitindo adequar o programa às características dos alunos. O Módulo inicial - Tema I do presente programa, uma vez que “revê” e “actualiza” conceitos essenciais de Geologia adquiridos no ensino básico, pode assumir-se como um excelente suporte para este tipo de avaliação. Mas se para o professor ensinar implica diagnosticar, identificar os erros e dificuldades e tomar as medidas necessárias para as ultrapassar, para o aluno o diagnóstico dos seus erros e dificuldades também deve ser um gerador de dúvidas e interrogações.

A avaliação formativa que acompanha o processo de ensino deve permitir, tanto a professores como a alunos, uma consciencialização das aprendizagens e uma clarificação do motivo por que se propõem determinadas actividades, nomeadamente as actividades de carácter prático, cuja necessidade de realização deve ser claramente compreendida. Neste sentido, a colocação inicial de situações-problema, reconhecidas e compreendidas pelos alunos, poderá facilitar esta tarefa. Também é importante que na avaliação das actividades práticas se identifique se o aluno é capaz de, perante um novo problema, aplicar conhecimentos já adquiridos, desenhando, eventualmente, novas experiências. Durante o processo de ensino também o próprio programa deve ser alvo de avaliação, procurando os professores ajustá-lo às diferentes realidades, nomeadamente através da introdução de outras situações-problema. Associada à avaliação diagnóstica e formativa deverá ter lugar também uma avaliação terminal que permite identificar se foi ou não encontrada uma resposta para as questões-problema colocadas. Esta avaliação deverá não só contemplar os produtos, avaliando conhecimentos, capacidades, atitudes e valores como também o processo, isto é, se foram ou não alcançados os objectivos pretendidos.

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.

Embora se considere que a avaliação formativa deva prevalecer durante todo o processo educativo, torna-se, igualmente, indispensável a criação de momentos de avaliação sumativa.

O repensar do papel da avaliação, integrando-a no processo educativo, necessita, deste modo, que se procurem novas formas de organizar o trabalho na sala de aula e na escola, assim como uma diversificação dos instrumentos de recolha de informação. Entre as diversas técnicas e instrumentos de recolha de dados que o professor tem disponíveis, além dos testes, podem destacar-se a título de exemplo, os relatórios de actividades, os *portfolios*, os mapas conceptuais, os Vês de Gowin e as grelhas de observação.

## 1.7 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.

#### 1.7.1 Material básico de laboratório

Consultar as listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral de Administração Escolar (DGAE).

#### 1.7.2 Material básico para actividades de campo

- |                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| -Caderno de campo            | -Etiquetas           |
| -Canivetes                   | -Fitas métricas      |
| -Capacete                    | -Máquina fotográfica |
| -Caixa de primeiros socorros | -Marcador indelével  |
| -Cartas geológicas           | -Martelos de geólogo |
| -Bússola com clinómetro      | -Mochila             |
| -Escopros                    | -Lupas de mão (10x)  |

#### 1.7.3 Colecções de materiais geológicos

Amostras de mão de rochas:

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

Amostras de minerais:

- calcite
- feldspatos
- micas (moscovite e biotite)
- olivinas
- quartzo

Amostras de fósseis diversos.

#### 1.7.4 Blocos-diagrama e modelos para reproduzir estruturas geológicas

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

### 1.7.5 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

### 1.7.6 Recursos institucionais, locais de interesse geológico e geomonumentos

- 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 do Ferro da Região de Moncorvo
- Museu da Lourinhã
- Casa da Malta – Museu Mineiro (S. Pedro da Cova – Gondomar)
- Parque Paleozóico (Valongo)

Geomonumentos (a nível de afloramento): em Lisboa, Miocénico com briozoários, na Rua Sampaio Bruno, basalto, na Rua Fialho de Almeida; calcário e sílex do Cenomaniano, em Sete Moinhos, Avs. Infante Santo e Calouste Gulbenkian; terraço fluvial, na Trav. das Águas Livres; em Sesimbra, Pedreira do Avelino (pegadas de saurópodes); em Torres Vedras, tronco fossilizado em Cadriceira; em Setúbal, Pedra Furada; em Sintra, arriba na Praia Grande (pegadas de dinossauros).

Geomonumentos (a nível de sítio): jazidas com pegadas de dinossauros de Pego Longo (Carenque) e da Pedreira do Galinha (Serra d' Aire), Pedra da Mua e Lagosteiros (Sesimbra); campo de lapiás da Pedra Furada, Granja dos Serrões (Pero Pinheiro); Monte de Santa Luzia e Museu do Quartzo (Viseu).

Geomonumento (a nível da paisagem): caldeiras vulcânicas da Ilha de S. Miguel, os “polja” de Mira-Minde e Nave do Barão (Algarve); formações cársicas e, em especial, algumas grutas do maciço Calcário Estremenho; a concha de S. Martinho do Porto, aspectos de paisagem glaciária nas serras da Peneda e da Estrela; o cabo Mondego e a serra da Boa Viagem (Figueira da Foz); as Portas do Rodão (no Tejo); o Pulo do Lobo (no Guadiana) e o Vale do Côa, entre outros.<sup>1</sup>

### 1.7.7. Recursos geológicos multimédia

Apenas são referidas fontes de informação geológica portuguesas<sup>2</sup>, por se considerar ser de atribuir um especial destaque a estes sítios. Contudo, uma pesquisa realizada

---

<sup>1</sup> Recolhido de Galopim de Carvalho, A.M. (1998 ). Geomonumentos – Uma reflexão sobre a sua classificação e enquadramento num projecto alargado de defesa e valorização do património Natural em *Actas do V Congresso Nacional de Geologia*, Lisboa.

<sup>2</sup> Informação recolhida de Legoinha, P., Brilha, J.B.R. e Neves, L. (2000). Geologia e Internet em Portugal. *1º Seminário - Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação em Geologia*, Braga.



através de um motor de busca pode revelar muitos outros sítios, a nível internacional, com interesse para os professores de Geologia.

- 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/museu/>)
- Museu da Lourinhã (<http://www.leaderoeste.pt/Leader1/Area6/geal/index.html>)
- GEOPROF – EDUCAÇÃO EM GEOLOGIA (<http://www.fc.up.pt/geo/geoprof/index.html>) – ligado ao Departamento de Geologia da Universidade do Porto, este sítio encontra-se especialmente vocacionado para a temática do ensino da Geologia.
- 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>) – este sítio fornece informação sobre a localização dos epicentros dos sismos mais recentes registados no nosso país.
- Direcção Geral do Ambiente (<http://www.iambiente.pt/atlas/index.html>) – através do Atlas do Ambiente, disponível neste sítio, é possível aceder a mapas sobre diversos temas: intensidade sísmica, precipitação, orografia, temperatura do ar, caracterização dos solos, etc.
- 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>)

### Aplicações em CD-ROM

A utilização das aplicações em CD-ROM permite a realização de diversas actividades práticas no âmbito da Geologia e possibilita um grau de autonomia mínimo no manuseamento do computador.

As aplicações em CD-ROM que se sugerem são de fácil utilização, interactivas, rigorosas cientificamente e, algumas, além de possuírem bases de dados, também permitem simulações.

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

### Aplicações em disquete de 3 ½

- MINERALOGIA - Silvério, F. e Rodrigues N., Gabinete de Estudos e Planeamento, Projecto Minerva - Ministério da Educação.
- SkyGlobe 3.5, A Shareware Product of KlassM SoftWare, 1992, Mark A Háney.
- PlanetWatch 2.0, Raben Softwareand Graphics, 1994, Galen Raben.
- ORBITS 2.1, Voyage Trough, THE SOLAR SYSTEM, Software Marketing Corporation, 1991, WirterTech.

### Aplicações em filme-vídeo

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

## 2. DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

### 2.1. ORGANIZAÇÃO GERAL

Cada um dos temas propostos para os 10º e 11º anos tem, como ponto de partida, uma situação-problema, com a qual se pretende:

- motivar os alunos para o estudo dos diversos assuntos, interessando-os pela sua realidade mais próxima;
- contextualizar os conceitos que se espera venham a ser adquiridos, encontrando um fio condutor que lhes dê unidade;
- desenvolver formas de pensamento mais elaboradas;
- corrigir eventuais erros que a mediatização de determinados assuntos tem provocado.

A proposta de uma situação-problema concreta em nada impede os professores de escolher uma outra questão, ou várias questões, procurando, inclusivamente, temas da geologia regional do interesse próximo dos alunos. Deve, contudo, procurar-se uma abordagem coerente relativamente aos objectivos anteriormente expressos.

Cada um dos temas é apresentado por meio de:

- um **quadro de conteúdos programáticos**, onde se encontram descritos os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais previstos para cada um dos temas e onde também se estabelece o tipo e o grau de aprendizagem que se espera venha a ser alcançado pelos alunos nos diferentes assuntos; são ainda destacados aspectos particularmente relevantes da matéria, que devem ser alvo de insistência por parte do professor. Além disso, este quadro pretende, também, ser uma referência quando se desenvolvam actividades de aprendizagem e de avaliação;
- uma **carta de exploração geral**, em que é delineada uma visão de conjunto dos assuntos abordados no tema, a sua sequência e a forma como a situação-problema se interrelaciona com os conteúdos programáticos, assumindo-se, deste modo, como unificadora de uma série de conteúdos programáticos;
- um **conjunto de documentos complementares**, que reúne cartas de exploração, mais desenvolvidas, dos vários assuntos, assim como algumas sugestões metodológicas de carácter mais específico.

Estes diferentes instrumentos auxiliares estão organizados de forma a que seja possível fazer leituras não lineares do programa, isto é, que os professores possam passar directamente para os assuntos que se lhes afigurem oportunos em determinado momento.

## 2.2 PROGRAMA DO 10º ANO

### 2.2.1 VISÃO GERAL DOS TEMAS

O Quadro seguinte inclui uma visão geral dos temas propostos para o programa do 10º ano de Geologia, apenas ao nível dos conteúdos conceptuais.

#### Visão geral dos temas (conteúdos conceptuais)

Módulo inicial Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos	Tema II – A Terra, um planeta muito especial	Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera
<p><i>(Apresentação de uma situação-problema)</i></p> <p>1.A Terra e os seus subsistemas em interacção.</p> <p>1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera). 1.2 Interação de subsistemas.</p> <p>2.As rochas, arquivos que relatam a História da Terra</p> <p>2.1 Rochas sedimentares. 2.2 Rochas magmáticas e metamórficas. 2.3 Ciclo das rochas.</p> <p>3.A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Idade relativa e idade radiométrica. 3.3 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.As placas tectónicas e os seus movimentos.</p>	<p><i>(Apresentação de uma situação-problema)</i></p> <p>1. Formação do Sistema Solar.</p> <p>1.1 Provável origem do Sol e dos planetas. 1.2 Planetas, asteroídes e meteoritos. 1.3 A Terra – acreção e diferenciação.</p> <p>2. A Terra e os planetas telúricos.</p> <p>2.1 Manifestações da actividade geológica. 2.2 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático.</p> <p>3. A Terra, um planeta único a proteger.</p> <p>3.1 A face da Terra. Continentes e fundos oceânicos. 3.2 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres. 3.2.1 Impactos na geosfera. 3.2.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>	<p><i>(Apresentação de uma situação-problema)</i></p> <p>1. Métodos de estudo para o interior da geosfera.</p> <p>2.Vulcanologia.</p> <p>2.1 Conceitos básicos. 2.2 Vulcões e tectónica de placas. 2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.</p> <p>3.Sismologia.</p> <p>3.1 Conceitos básicos. 3.2 Sismos e tectónica de placas. 3.3 Minimização de riscos sísmicos – previsão e prevenção. 3.4 Ondas sísmicas e descontinuidades internas.</p> <p>4. Estrutura interna da geosfera</p> <p>4.1 Modelo segundo a composição química (crosta, manto e núcleo). 4.2 Modelo segundo as propriedades físicas (litosfera, astenosfera, mesosfera e núcleo). 4.3 Análise conjunta dos modelos anteriores.</p>

**MÓDULO INICIAL - TEMA I**  
**A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS**

## **A. MÓDULO INICIAL - TEMA I - A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS**

### **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 lixos radioactivos 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 didácticos**

- 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.

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

O desenvolvimento programático do Módulo inicial - Tema I resulta da identificação, na área da Geologia, de quatro conceitos estruturantes:

- A Terra, como sistema resultante da interacção de vários subsistemas (geosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera).
- As rochas como arquivos fornecedores de informações sobre o passado da Terra.
- O tempo geológico é um tempo longo – a Terra tem uma idade aproximada de 4 600 milhões de anos (4 600 Ma).
- A Terra é um planeta em constante mudança, tanto do ponto de vista biológico, como geológico.

Os designados conceitos estruturantes, inseridos num modelo construtivista de ensino e de aprendizagem, correspondem a conceitos que podem

transformar o sistema cognitivo dos alunos de tal maneira que lhes permita, de uma forma coerente, adquirir novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos.

Tendo em conta que “a elaboração dos (...) programas deverá ter em consideração as aprendizagens essenciais efectuadas pelos alunos durante a escolaridade básica”<sup>3</sup>, assim como “indicar os conceitos e as competências adquiridas no ensino básico indispensáveis para o desenvolvimento do programa do 10º ano, de forma a permitir a realização da avaliação diagnóstica, tanto para a reorientação dos alunos como para o delinear de estratégias de recuperação”<sup>3</sup> e, finalmente, “prever, para o 10º ano, consoante os conceitos e competências atrás referidos, um módulo inicial ou uma previsão de tempos, na gestão do programa, que assegurem a actualização ou facilitem a aquisição desses conceitos essenciais”<sup>3</sup>, estruturou-se o Módulo inicial - Tema I, que procura, de uma forma global, dar satisfação àqueles requisitos. Trata-se, portanto, de uma breve introdução que deverá preparar os alunos para um estudo mais detalhado da Geologia, já que revê, torna explícitos, actualiza e, por vezes, reforça conceitos essenciais desta área de conhecimento.

---

<sup>3</sup> DES-ME (2000). *Orientações para a elaboração dos programas*, Lisboa.



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

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
<i>(Apresentação da situação-problema)</i>						1
1.A Terra e os seus subsistemas em interação.  1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera). 1.2 Interação de subsistemas.	Identificar elementos constitutivos da situação-problema.  Problematizar e formular hipóteses.  Testar e validar ideias.  Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.	Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.  Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.  Admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas.	O conceito de sistema (aberto e fechado).  A interação dos diferentes subsistemas terrestres.	Limitar a análise e interpretação dos fenómenos geológicos à geosfera, considerando-a independente dos outros subsistemas.	-Atmosfera -Biosfera -Geosfera -Hidrosfera -Sistema Terra	1
2.As rochas, arquivos que relatam a História da Terra.  2.1 Rochas sedimentares. 2.2 Rochas magmáticas e metamórficas. 2.3 Ciclo das rochas.	Observar e interpretar dados.  Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.  Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.	A existência de diferentes tipos de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas), fornecendo todas elas informações sobre o passado da Terra.  O facto de as rochas sedimentares se disporem, habitualmente, em estratos e serem as mais comuns à superfície da Terra.  A contínua formação, destruição e reciclagem das rochas – ciclo das rochas.	Uma caracterização pormenorizada dos diferentes tipos de rochas e dos seus respectivos ambientes de formação.  A referência, no ciclo das rochas, aos seus subciclos.	-Estrato -Rocha sedimentar -Rocha magmática -Magma -Rocha metamórfica -Ciclo das rochas	2

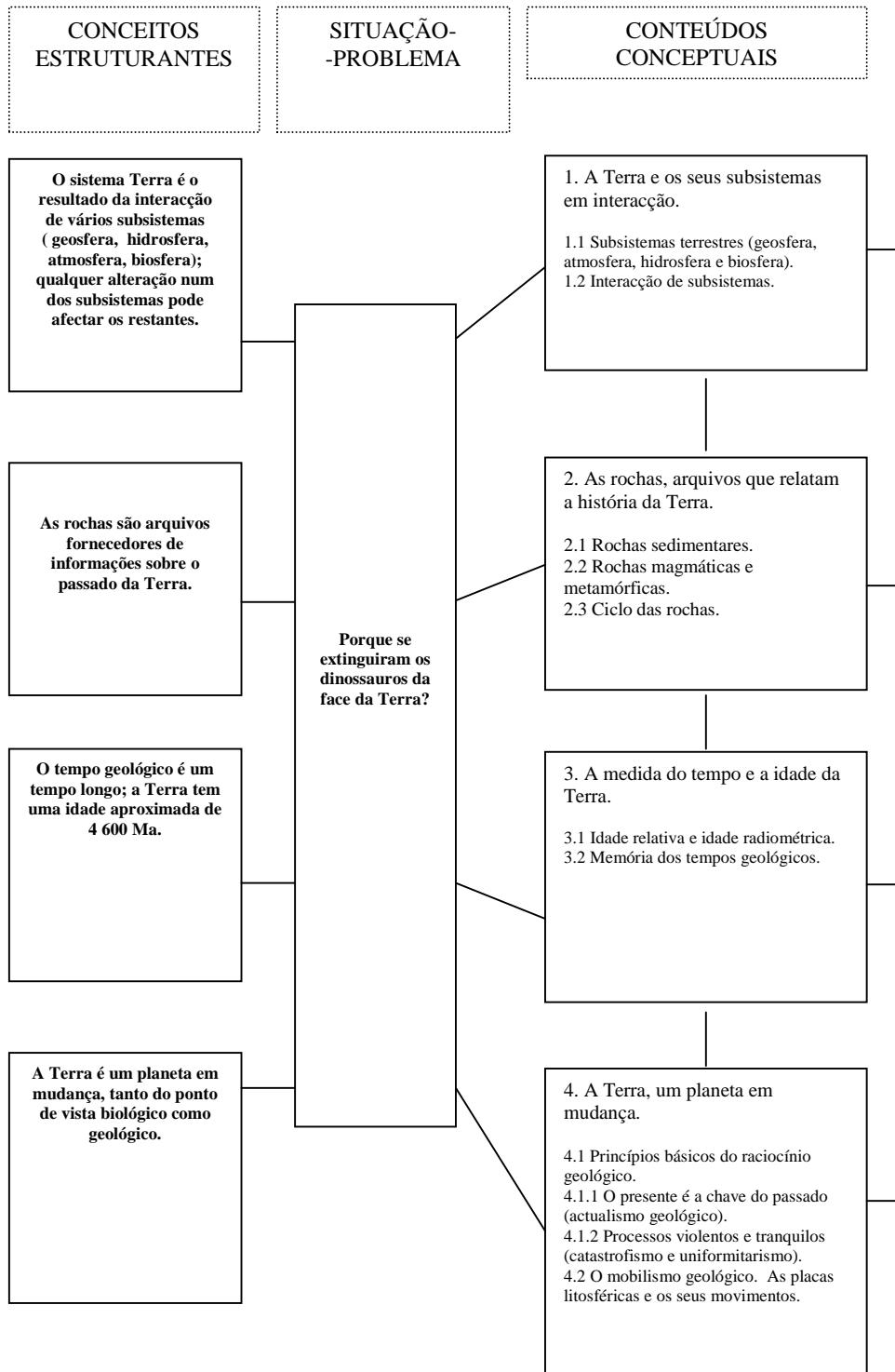
<p>3.A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Idade relativa e idade radiométrica.</p> <p>3.2 Memória dos tempos geológicos.</p> <p>4. A Terra, um planeta em mudança.</p> <p>4.1 Princípios básicos do raciocínio geológico.</p> <p>4.1.1 O presente é a chave do passado (actualismo geológico).</p> <p>4.1.2 Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo).</p> <p>4.2 O mobilismo geológico.</p> <p>As placas tectónicas e os seus movimentos.</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>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>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>	<p>-Fóssil</p> <p>-Princípio da sobreposição</p> <p>-Idade relativa e idade radiométrica</p> <p>-Escala do tempo geológico</p> <p>-Actualismo geológico</p> <p>-Catastrofismo</p> <p>-Uniformitarismo</p> <p>-Tectónica de placas</p> <p>-placa litosférica</p> <p>-limites de placas (convergentes, divergentes e conservativos).</p> <p>-Extinção</p>	<p>2</p> <p>2</p>
---	--	--	---	--	---	-------------------

### **3. Situação-problema**

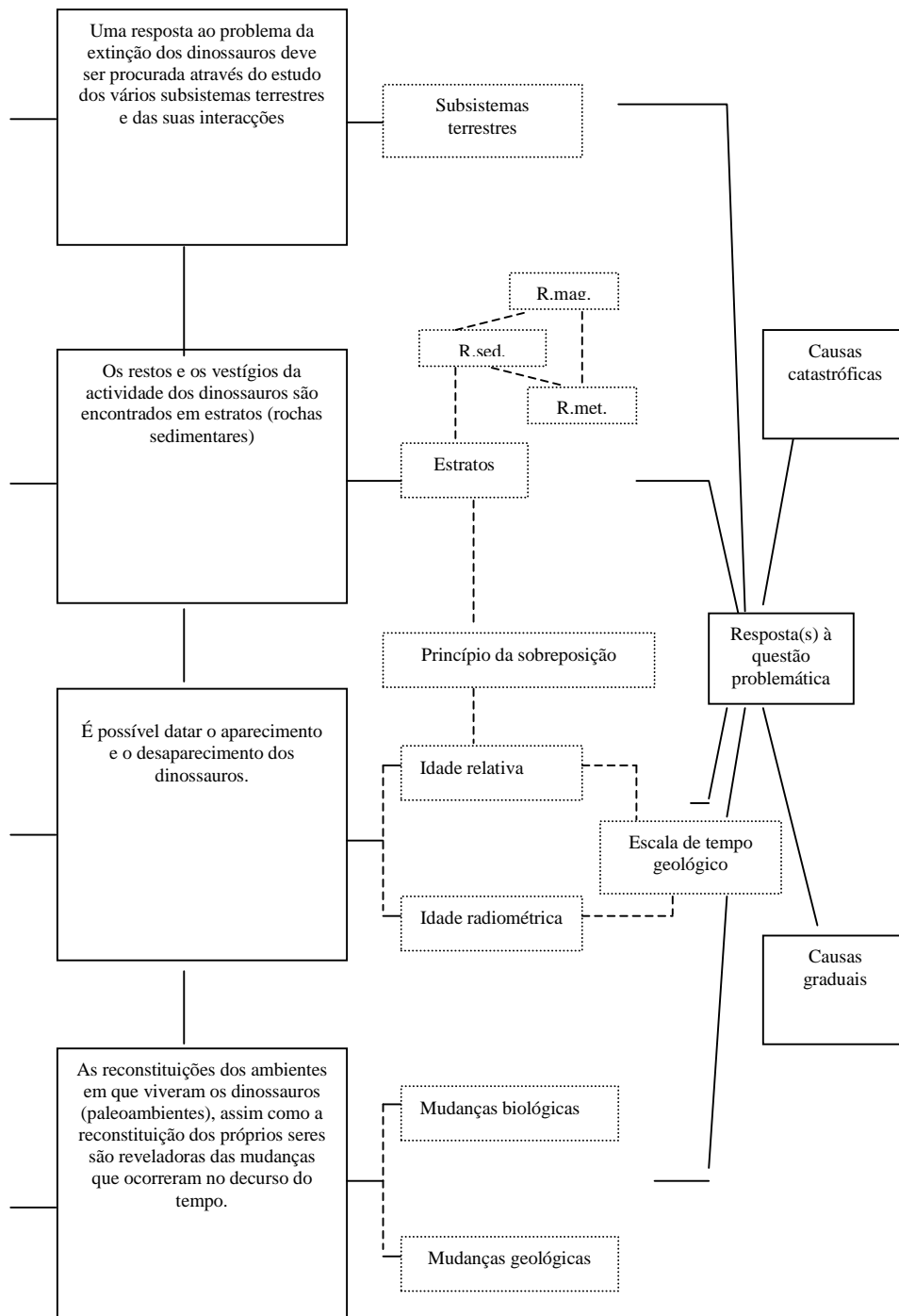
Entre as diversas questões que, nos últimos anos, têm suscitado o interesse dos geólogos e que, em simultâneo, têm sido alvo de uma grande divulgação em termos mediáticos, encontra-se a da extinção dos dinossauros, problema para o qual têm vindo a ser propostos diferentes modelos explicativos.

Através da introdução desta questão como fio condutor do Módulo inicial - Tema I, 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.

#### 4. CARTA DE EXPLORAÇÃO GERAL DO MÓDULO INICIAL - TEMA I



RELAÇÕES ENTRE  
CONTEÚDOS CONCEPTUAIS  
E SITUAÇÃO-PROBLEMA



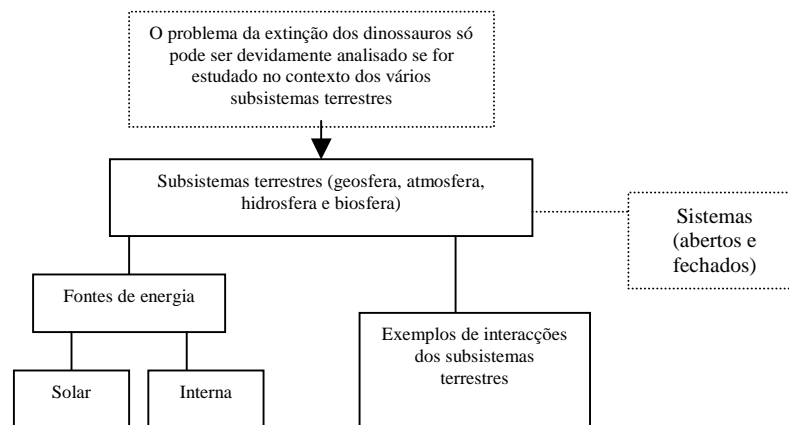
## DOC. 1. A Terra, um planeta formado por vários subsistemas em interacção

### 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 vizinho 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. Sugestões metodológicas

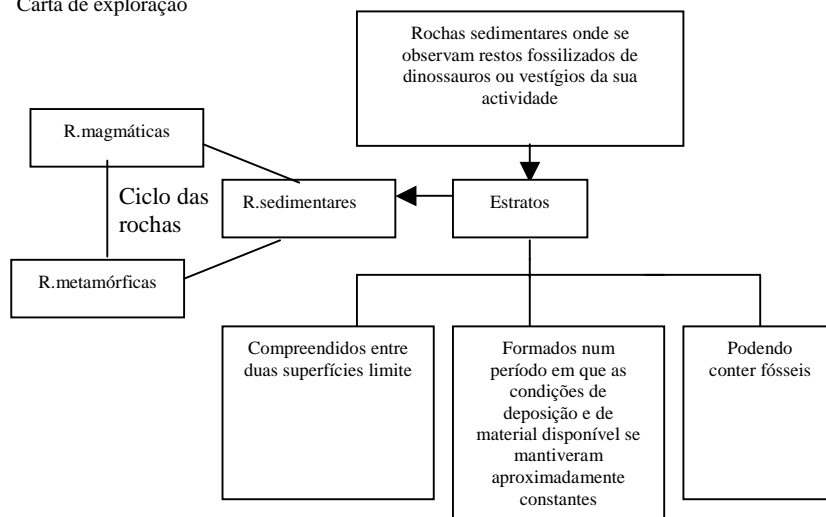
Através da Imprensa é possível recolher informação que permita testemunhar as interações dos vários subsistemas, em alguns casos com efeitos positivos, embora na maior parte das situações se destaquem mais os efeitos negativos.

## DOC. 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. Sugestões metodológicas

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 transportada 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?

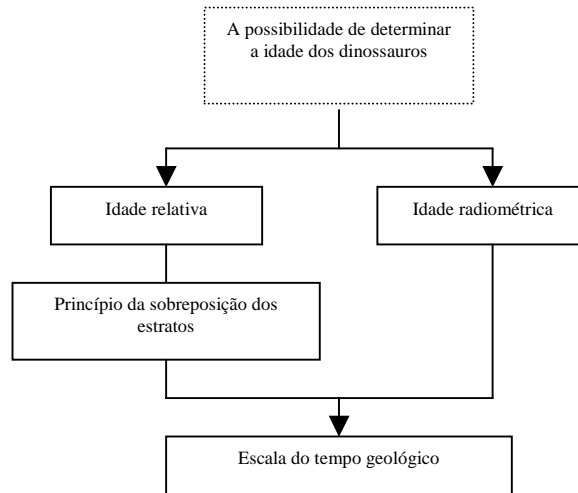
Com material relativamente simples, um recipiente de vidro largo, tipo aquário, e diversos tipos de material detrítico (areias com granulometrias e cores diferentes) podem ser ensaiadas e discutidas diversas situações.

### Doc. 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. Sugestões metodológicas

C1. Um episódio da História da Geologia, protagonizado por Lord 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 grangearam, 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 Lord 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 reduzir-se 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?

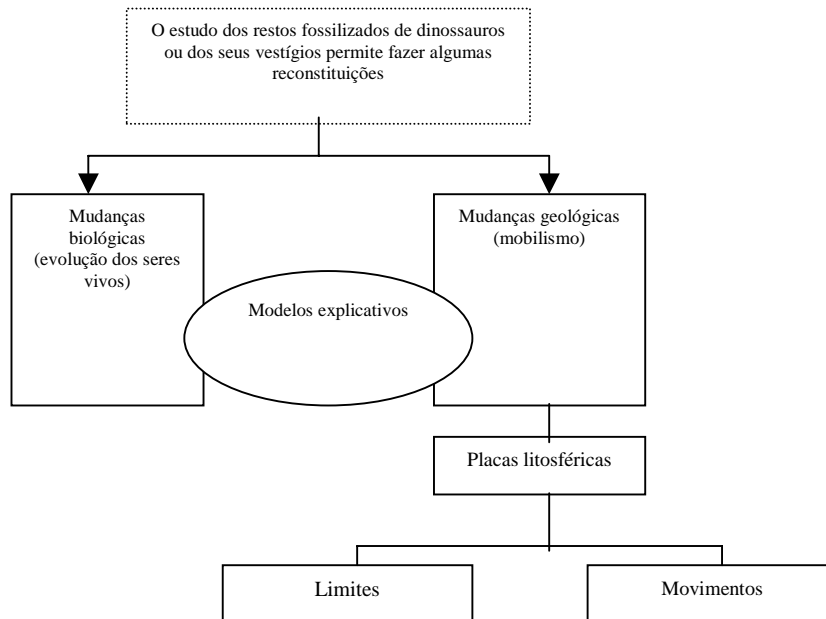


## DOC. 4. A Terra, um planeta em mudança

### 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. Sugestões metodológicas

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.

## **TEMA II**

### **A TERRA, UM PLANETA MUITO ESPECIAL**

## **TEMA II – A TERRA, UM PLANETA MUITO ESPECIAL**

### **Introdução**

Desde que o nosso planeta foi visto no seu todo por astronautas a partir do espaço, as fotografias obtidas puderam transmitir-nos uma enorme sensação de beleza e pequenez, mostrando-nos, por exemplo, o notável contraste entre a desolação da superfície lunar – cinzenta e monótona, e a superfície brilhante e colorida da Terra, a nossa casa.

A Terra, que a cada um de nós pode parecer grande, não é mais do que um pequeno planeta vulnerável, onde os continentes surgem dispersos num todo azul de mar coberto por mantos de nuvens muito brancas e de formas caprichosas.

Apercebemo-nos, finalmente, de que vivemos numa esfera colorida, bonita, mas aparentemente perdida num espaço negro e infinito, apenas pontuado pelo brilho desmaiado de uma infinidade de estrelas muito, muito distantes.

Podemos, desde então, compreender melhor onde e como vivemos, isolados, milhões e milhões de homens e mulheres, presos à superfície de uma esfera pela força da gravidade; perceber melhor que para baixo significa para dentro, em direcção ao centro do planeta, e para cima significa para fora, em direcção ao espaço.

Podemos, desde então, compreender melhor que a Terra – que julgávamos grande e inesgotável – é, afinal, finita e pequena. E sabendo que dela dependemos – tal como todos os restantes organismos – devemos conhecê-la, estimá-la e aprender a geri-la com sabedoria. Para conservar a sua beleza e garantir a permanência de condições de vida a todos os seres que a povoam. Para garantir a nossa existência em condições favoráveis e para que possamos legar às gerações que nos sucedam uma Terra tão harmoniosa e bela como aquela que podemos admirar nas fotografias dos astronautas.

### **1. Objectivos didácticos**

- 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**

A Terra é um pequeno planeta do Sistema Solar, o local do Universo onde teve a sua origem e o seu desenvolvimento. Com a forma aproximada de uma esfera achatada nos pólos e com um raio médio de 6371 km, descreve uma órbita elíptica, em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, a uma distância média do Sol de 150 milhões de quilómetros. A Terra está de tal modo posicionada que recebe uma quantidade de energia radiante do Sol que torna possível sustentar a vida. Devido à sua composição e passado geológico, a Terra produziu uma hidrosfera e uma atmosfera protectora que têm sustentado inúmeros seres vivos ao longo de milhões de anos.

Quadro II - Conteúdos programáticos, nível de aprofundamento e número de aulas previstas.

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
( <i>Apresentação da situação-problema</i> )						1
1. Formação do Sistema Solar.  1.1 Provável origem do Sol e dos planetas. 1.2 Planetas, asteróides e meteoritos. 1.3 A Terra – acreção e diferenciação.	Identificar elementos constitutivos das situações-problema.  Problematizar e formular hipóteses.  Testar e validar ideias.  Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.	Manifestar curiosidade e criatividade na formulação de perguntas e hipóteses.  Valorizar o meio natural e os impactos de origem humana.  Apreciar a importância da Geologia na prevenção de impactos geológicos e na melhoria da gestão ambiental.	Alguns aspectos relacionados com a natureza do conhecimento científico.  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.  O conhecimento científico é um conhecimento em construção e são vários os factores que o impulsionam.	Que a teoria actualmente aceite para a origem do Sistema Solar seja vista como um modelo terminado que traduz a realidade.  Considerar-se que são unicamente os aspectos puramente científicos que impulsionam a investigação.	-Teoria científica -Nébulas -Teoria sobre a origem do Sistema Solar. Alguns factos que apoiam a teoria e algumas questões em aberto sobre o Sistema Solar.	2
2. A Terra e os planetas telúricos.  2.1 Manifestações da actividade geológica. 2.2 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático	Observar e interpretar dados.  Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.  Utilizar diferentes formas de comunicação oral e escrita.  Elaboração de cartas de risco, a nível mundial e a nível do país, assinalando os locais de maior susceptibilidade aos riscos naturais.	Tomar consciência da necessidade de respeitar as normas legais para diminuir situações de risco.  Adoptar atitudes a favor da reciclagem de materiais.  Desenvolver novos códigos de conduta.	A existência de planetas geologicamente activos em contraste com planetas geologicamente inactivos.  As fontes de energia para a actividade geológica a nível planetário.  O estudo comparativo dos planetas Terra e Lua.	Uma descrição exaustiva das características planetárias.  A ideia de que actividade geológica apenas se reduz ao nosso planeta.  A caracterização das fontes de energia, assim como a pormenorização das manifestações de actividade geológica interna.  A referência, com carácter muito descritivo, a estruturas lunares e à sua composição litológica.	-Asteróide, cintura de asteróides e meteoritos. -Planetas telúricos e gigantes. -Acreção e diferenciação. -Fontes de energia e actividade geológica. -Sistema Terra-Lua, aspectos comuns e não comuns.	3

<p>3. A Terra, um planeta único a proteger.</p> <p>3.1 A face da Terra. Continentes e fundos oceânicos.</p> <p>3.2 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres.</p> <p>3.2.1 Impactos na geosfera.</p> <p>3.2.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Consultar legislação sobre a prevenção de riscos naturais.</p> <p>Analisar imagens e notícias relativas a riscos geológicos.</p> <p>Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.</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>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>Apenas uma visão global dos impactos geológicos, deixando para tratamento posterior os aspectos de pormenor.</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>Caracterizar exaustivamente 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>Uma demasiada pormenorização e aprofundamento dos vários tópicos propostos.</p>	<p>Escudos e cadeias montanhosas.</p> <p>Fundos abissais, plataforma continental e talude ou vertente continental.</p> <p>-Cristas oceânicas ou dorsais e fossas oceânicas.</p> <p>-Crescimento populacional.</p> <p>-Risco geológico e impacto ambiental.</p> <p>-Recursos naturais renováveis e não renováveis.</p> <p>-Desenvolvimento sustentável.</p> <p>-Poluição e reciclagem.</p>	<p>6</p>
---	---	--	--	--	---	----------

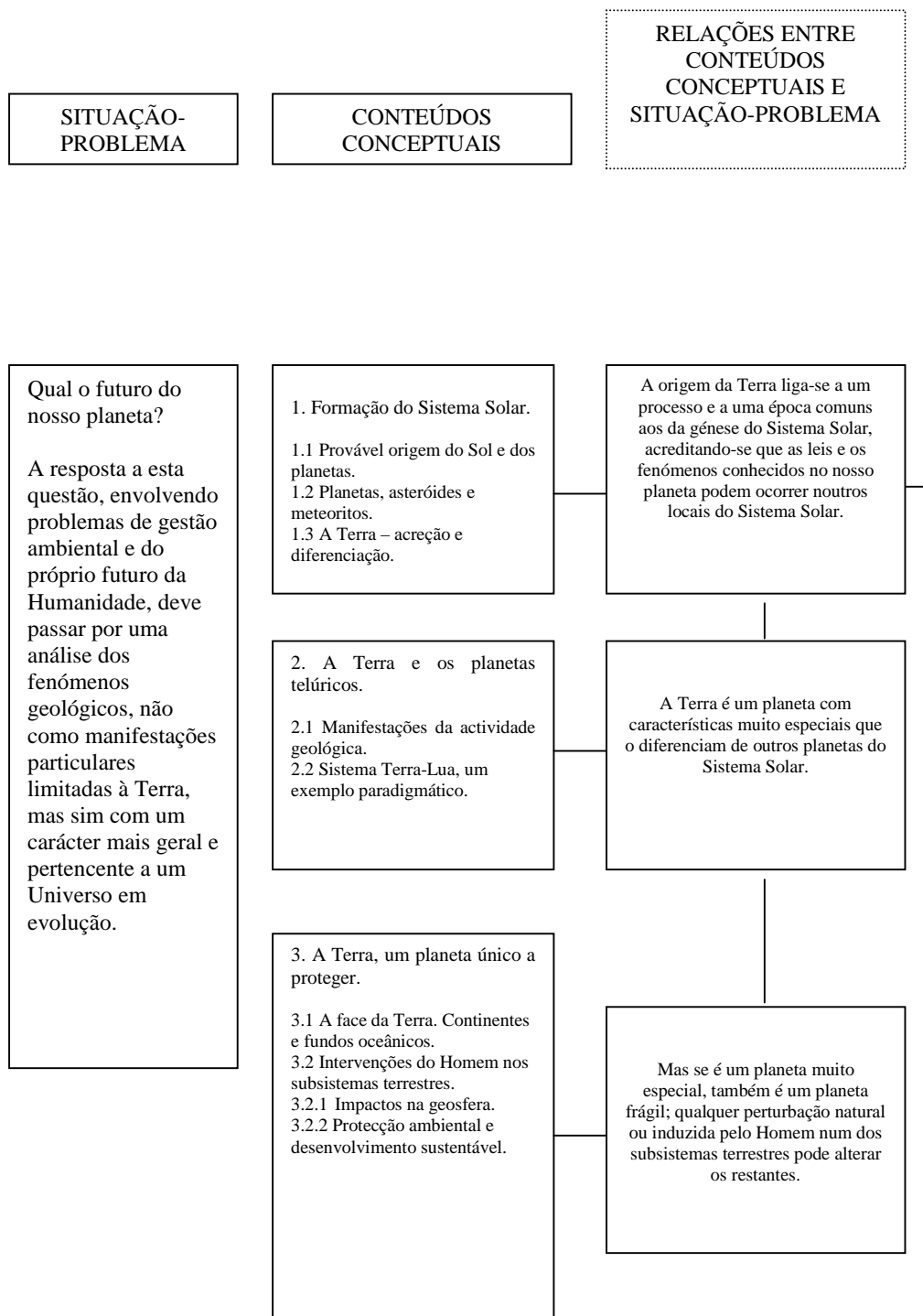
### **3. Situação-problema**

Qual o futuro do nosso planeta?

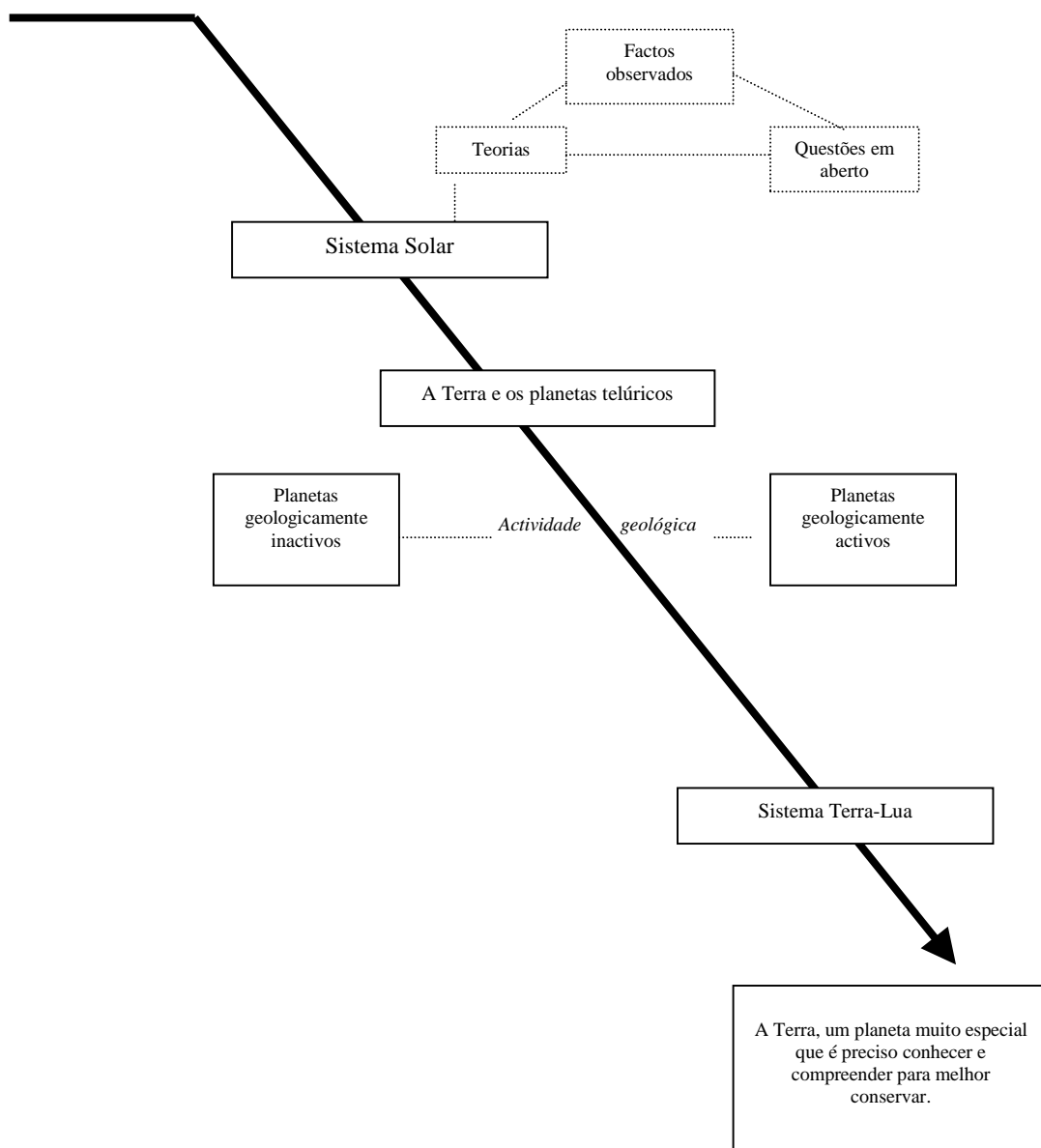
Os resultados obtidos com o estudo de outros corpos planetários pertencentes ao Sistema Solar contribuem, cada vez mais, para um melhor conhecimento dos fenómenos terrestres, do mesmo modo que um melhor conhecimento destes facilita a compreensão do Sistema Solar.

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. Carta de exploração Geral do Tema II





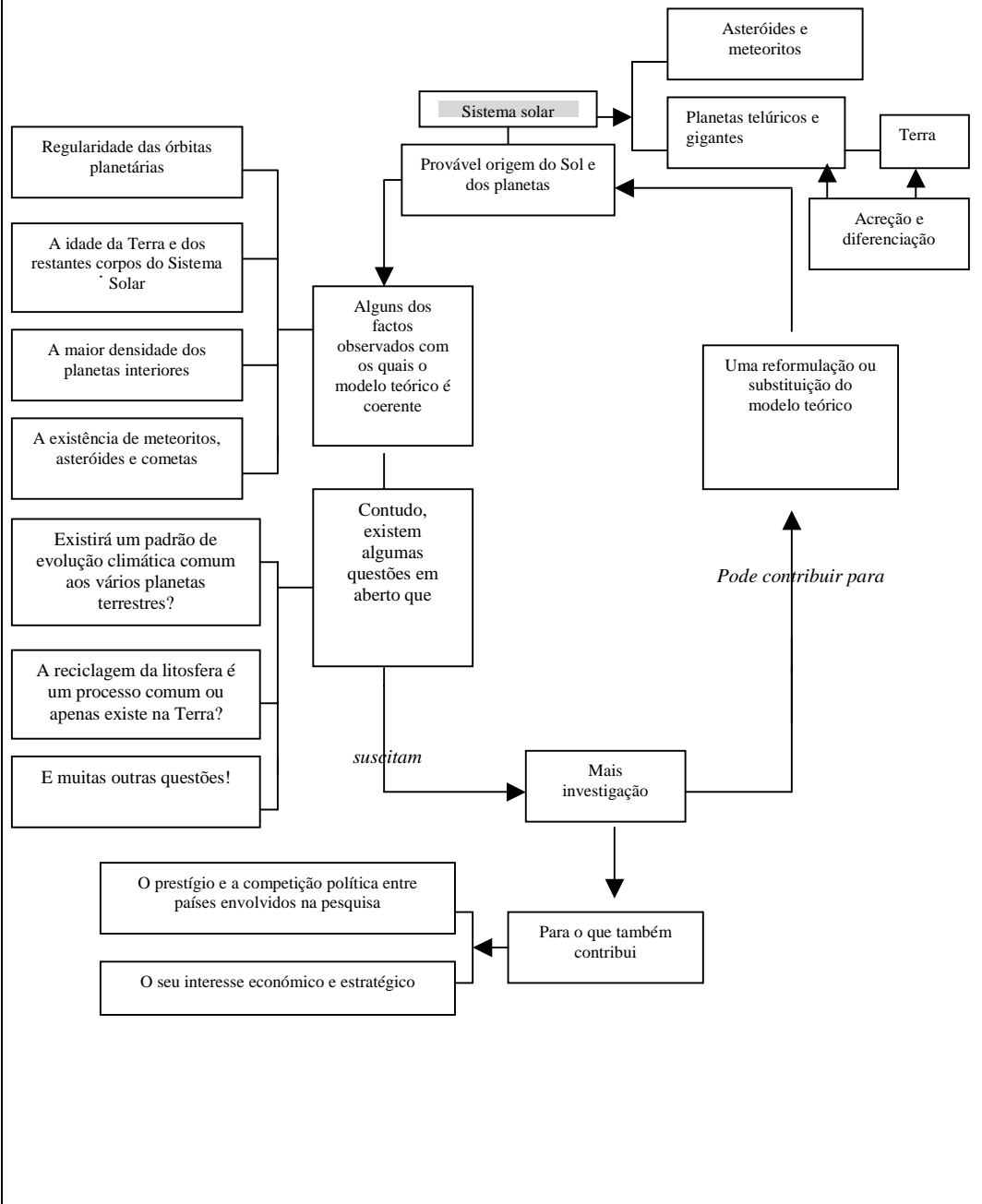


## Doc. 1. A Formação do Sistema Solar

### 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. Sugestões metodológicas

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.

#### A. 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.

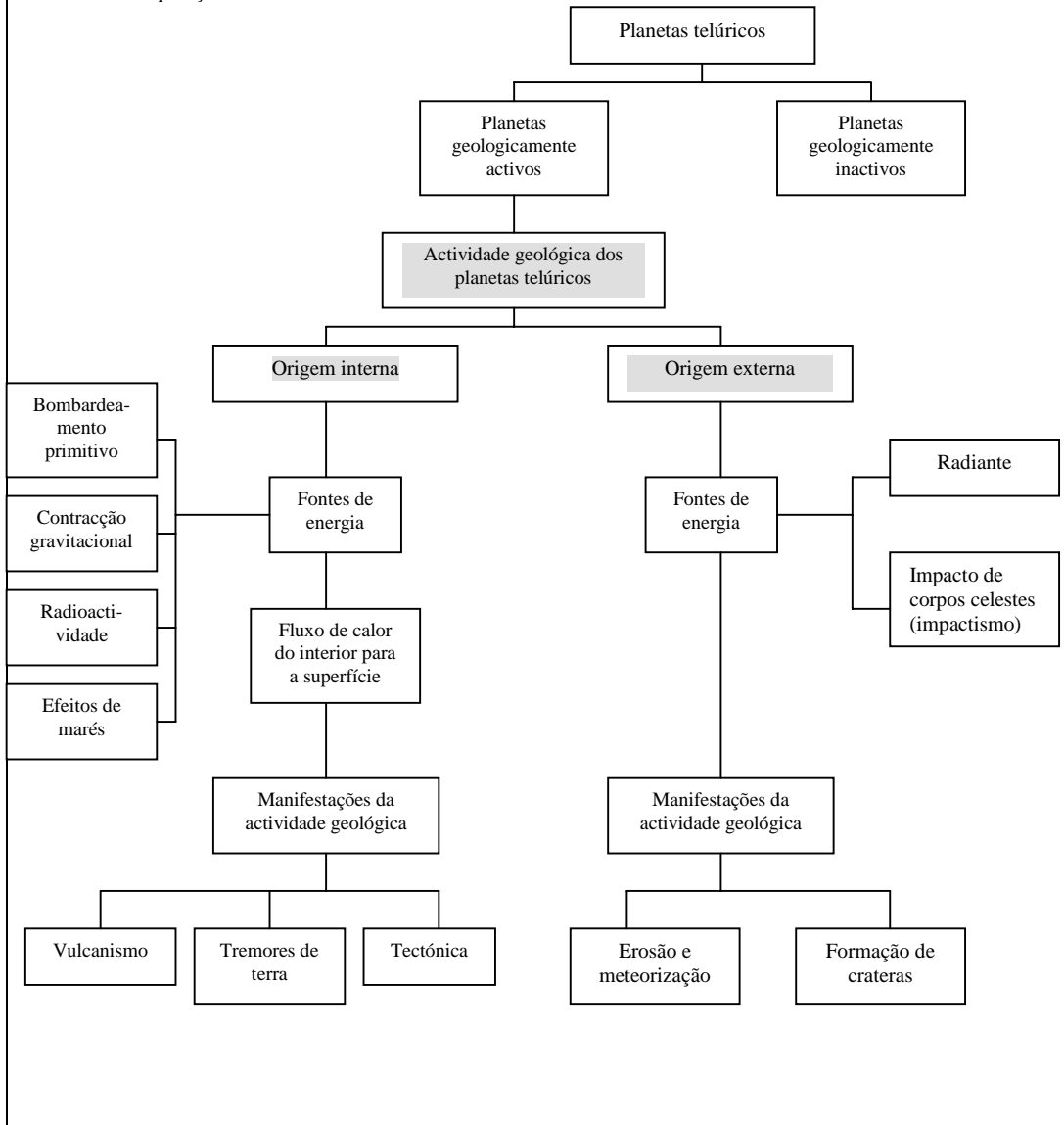
- As aplicações em CD-ROM “Enciclopédia do Espaço e do Universo” e as aplicações em disquete de 3 ½ “SkyGlobe”, “Orbits” e “Planetwatch” podem constituir material de apoio para algumas actividades.

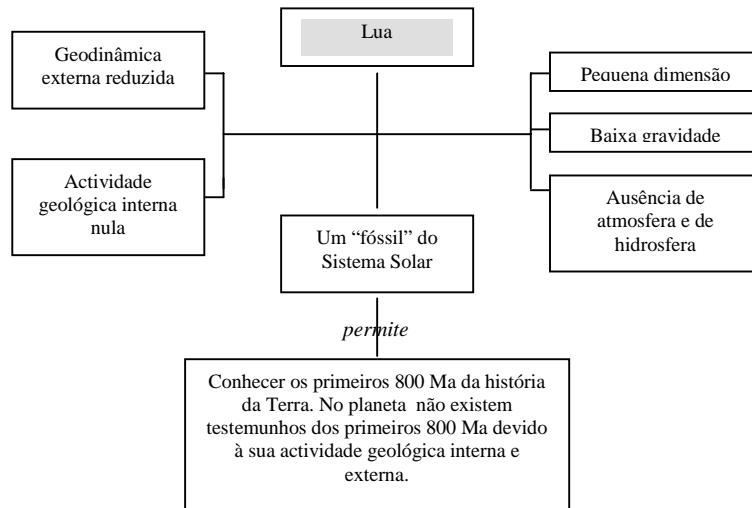
## Doc. 2. A Terra e os planetas telúricos

### 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. Sugestões metodológicas

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: areias de grão fino e 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*, Vol.3, nº2, 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.

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

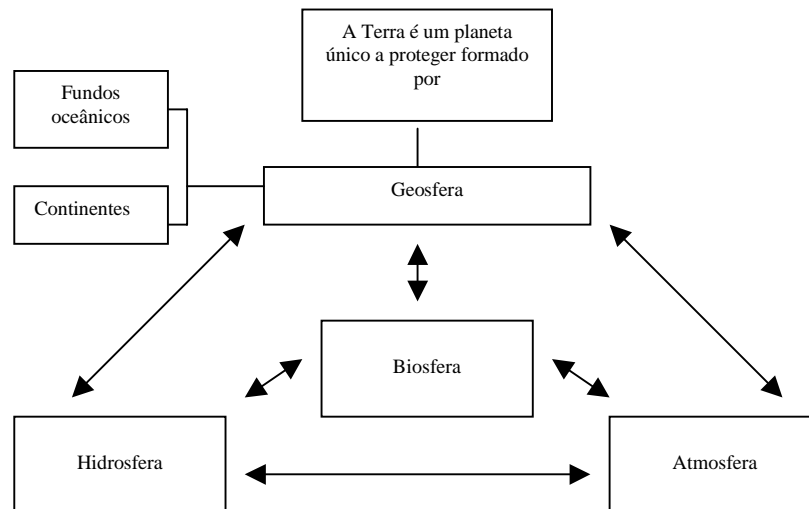
#### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

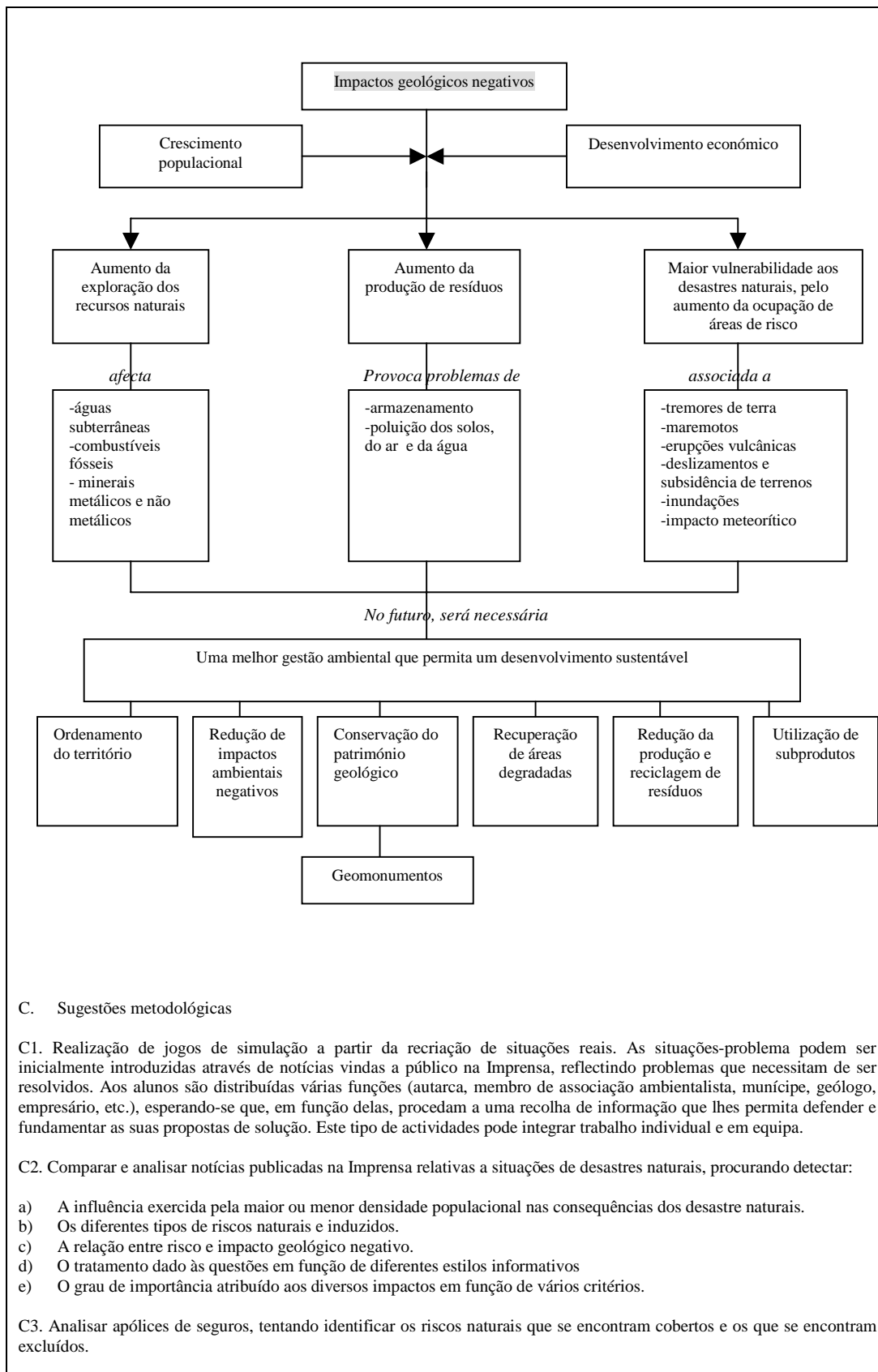
Por que é a Terra tão diferente dos seus vizinhos? Por diversas razões: só ela possui água abundante e mares azuis; uma atmosfera fina e gasosa, rica em oxigénio, com nuvens brancas em turbilhão, que nos mantém quentes, nos protege das radiações prejudiciais do Sol e realiza os ciclos de energia, da água e de elementos químicos; uma crosta dinâmica, formada por terras multicóres, 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. Sugestões metodológicas

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 desastre 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.

C6. Realização de observações de campo em locais próximos identificando situações de risco geológico, a possível influência das actividades humanas e as medidas de prevenção tomadas (incluindo a consulta de legislação sobre prevenção de riscos naturais). Valorização da importância de que se reveste a preservação do meio natural.

D. Recursos específicos:

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



**TEMA III**

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

## **TEMA III – 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 didácticos**

- 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.

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

Se bem que a Terra emita constantemente para o exterior, de uma forma praticamente imperceptível, uma grande quantidade de calor, são os vulcões e os sismos que, de um modo repentino e violento, nos dão uma ideia mais precisa dessa formidável quantidade de energia que a Terra guarda dentro de si. Enquanto o calor interno do planeta é a causa da fusão parcial das rochas em determinadas zonas do seu interior, originando magmas que permitem estudar a composição química-mineralógica dessas zonas, são as ondas sísmicas geradas pelos tremores de terra que se constituem como o método mais eficaz para “radiografar” o interior da Terra. A vulcanologia e a investigação sísmica (esta combinada com outros métodos geofísicos) e a evolução da teoria da tectónica de placas permitiram estabelecer modelos para a estrutura interna da geosfera: um, geoquímico, que representa a estrutura da Terra como uma sucessão de camadas de diferente composição química; outro, dinâmico ou estrutural, que representa a estrutura da Terra em função da rigidez e do comportamento dos materiais das diferentes camadas face às deformações.

Quadro III – Conteúdos programáticos e nível de aprofundamento do Tema III

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
( <i>Apresentação da situação-problema</i> )						1
1. Métodos para o estudo do interior da geosfera.	Identificar elementos constitutivos das questões problemáticas.  Problematizar e formular hipóteses.  Testar e validar ideias.  Planificar e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.	Desenvolver uma atitude científica face aos riscos sísmicos e vulcânicos, reconhecendo as suas causas.  Tomar consciência dos riscos resultantes do não cumprimento dos regulamentos de construção anti-sísmica.	A existência de diversos métodos para investigar o interior da geosfera.  A importância da acumulação de contributos de diferentes disciplinas científicas no conhecimento do interior da Terra.	Demasiada pormenorização na descrição dos métodos utilizados.	-Gravimetria. -Densidade. -Geotermia, grau geotérmico, gradiente geotérmico e fluxo térmico. - Gradiente geobárico -Geomagnetismo	1
2. Vulcanologia.  2.1 Conceitos básicos. 2.2 Vulcões e tectónica de placas. 2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.	Observar e interpretar dados.  Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.  Redigir conclusões comunicando-as de forma oral e escrita.  Determinar a localização geográfica de um epicentro a partir de sismogramas.	Valorizar as normas provenientes dos serviços oficiais relativas a atitudes a tomar em caso da ocorrência de um sismo de grande magnitude.  Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.	As relação entre a natureza das lavas, o tipo de actividade vulcânica e as formas vulcânicas.  A ocorrência de enormes derrames lávicos ao longo dos tempos geológicos.  A hipótese de alterações climáticas provocadas por erupções vulcânicas terem sido causa de extinções de espécies.  A relação das manifestações vulcânicas de tipo explosivo com as zonas de convergência de placas e as de tipo não explosivo com as zonas de rifte e zonas oceânicas intra-placa.  A relação entre tectónica e vulcanismo com destaque para o caso particular dos	O uso de classificações muito rígidas para os diversos tipos de vulcões e respectiva actividade.	- Vulcão (cone principal, cones secundários ou adventícios, cratera, chaminés vulcânicas e caldeiras).  -Actividade vulcânica (explosiva, efusiva, mista).  -Lavas ácidas, intermédias e básicas.  -Vulcanismo de tipo central e de tipo fissural.	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 internas.</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>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> <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>-Câmara magmática, bolsada magmática, e rocha encaixante.</p> <p>-Piroclastos (cinzas, lapilli/bagacina, bombas vulcânicas).</p> <p>-Escoada, lava encordoada (pahoehoe), escoriácea (aa), em almofada (pillow lava).</p> <p>-Agulha, domo ou cúpula e nuvem ardente.</p> <p>-Vulcanismo residual (nascentes termais, sulfataras, géiseres, fumarolas e mofetas).</p> <p>-Abalo sísmico e ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais).</p> <p>-Teoria do ressalto elástico.</p> <p>-Falhas.</p> <p>-Sismógrafo e sismograma.</p> <p>-Intensidade e magnitude sísmica (Escala de Mercalli –Internacional, e escala de Richter).</p>	<p>7</p>
---	--	--	--	---	----------

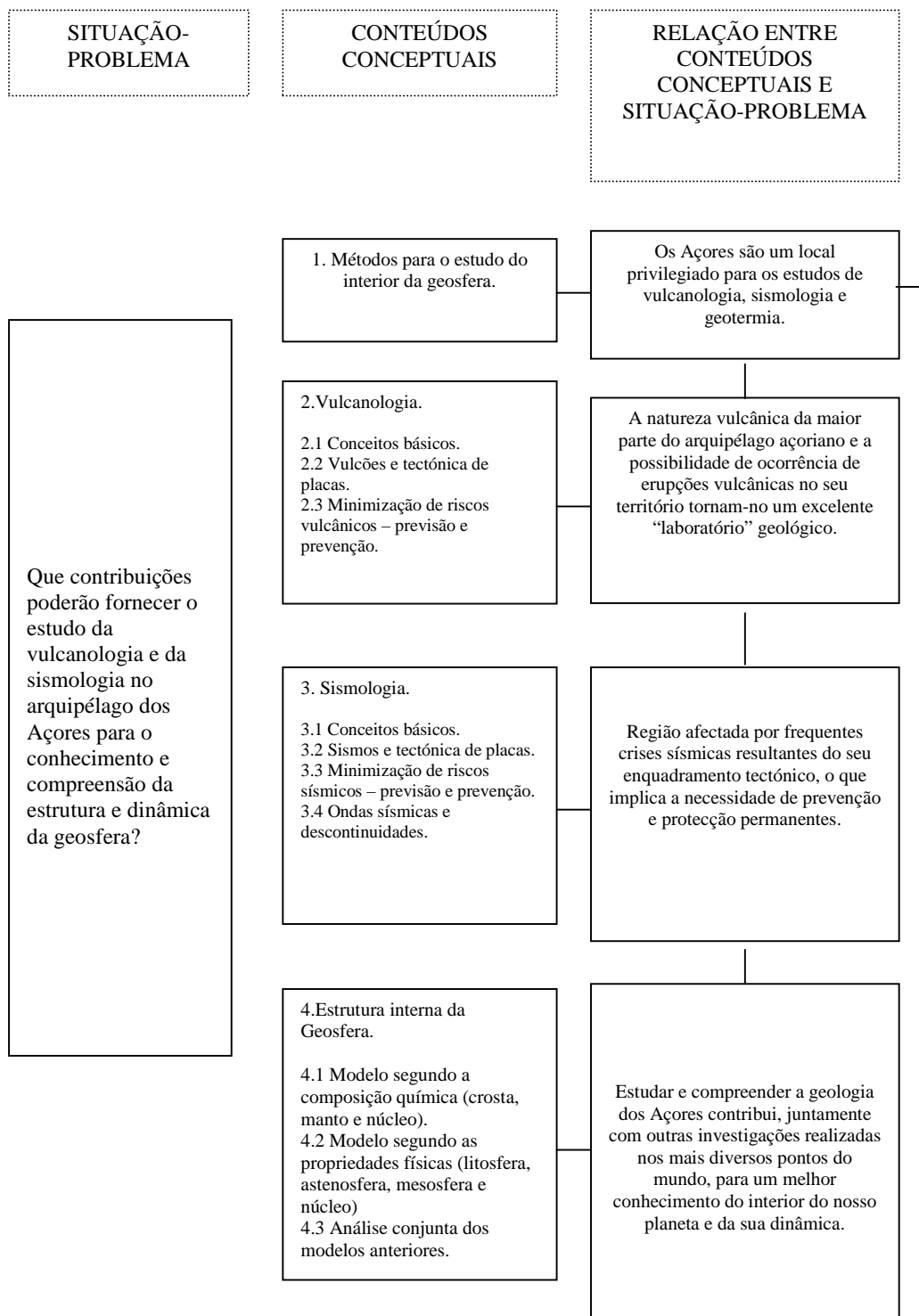
<p>4. Estrutura interna da geosfera.</p> <p>4.1 Modelo segundo a composição química (crosta, manto e núcleo).</p> <p>4.2 Modelo segundo as propriedades físicas (litosfera, astenosfera, mesosfera e núcleo)</p> <p>4.3 Análise conjunta dos modelos anteriores.</p>			<p>A continuação dos estudos no sentido 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>	<p>-Foco/hipocentro, epicentro, raio sísmico, distância epicentral e isossistas. -Abalo premonitório, réplica e maremoto.</p> <p>-Descontinuidades sísmicas (descontinuidades de Mohorovicic-Moho, Gutenberg, Lehman). Zona de sombra, zona de baixa velocidade.</p> <p>-Crosta continental e oceânica, manto, núcleo externo e interno.</p> <p>-Litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo externo e interno.</p>	<p>3</p>
--	--	--	---	--	---	----------

## **2. Situação-problema**

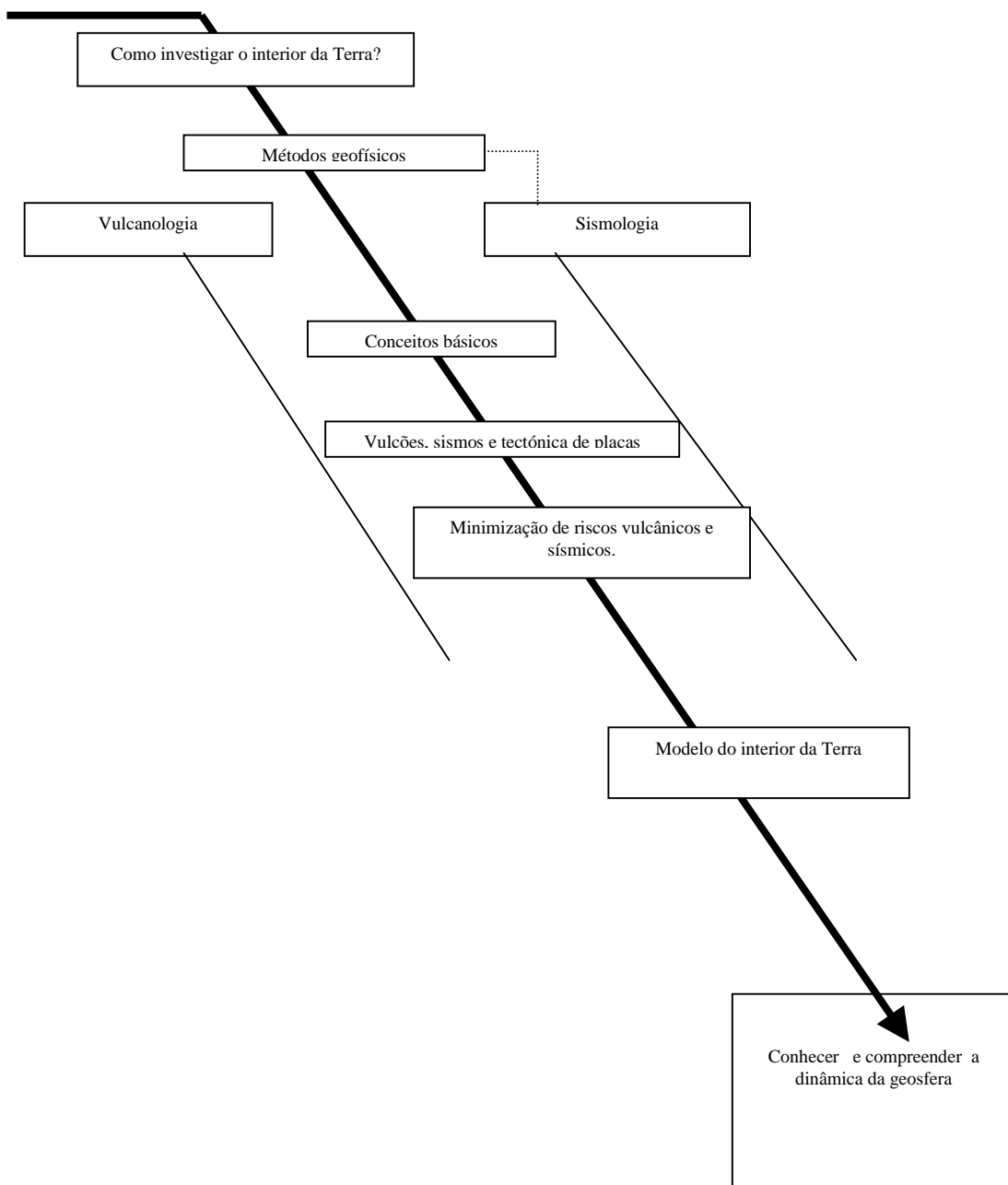
Açores – Porquê um “laboratório” de Ciências da Terra?

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”.

## C4. Carta Geral de Exploração do Tema III





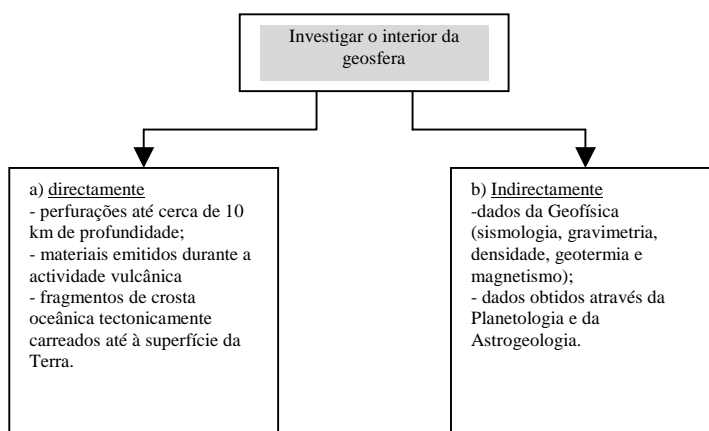


## Doc. 1. Métodos para o estudo do interior da Geosfera

### 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 supomos 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



## Doc. 2. Vulcanologia

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

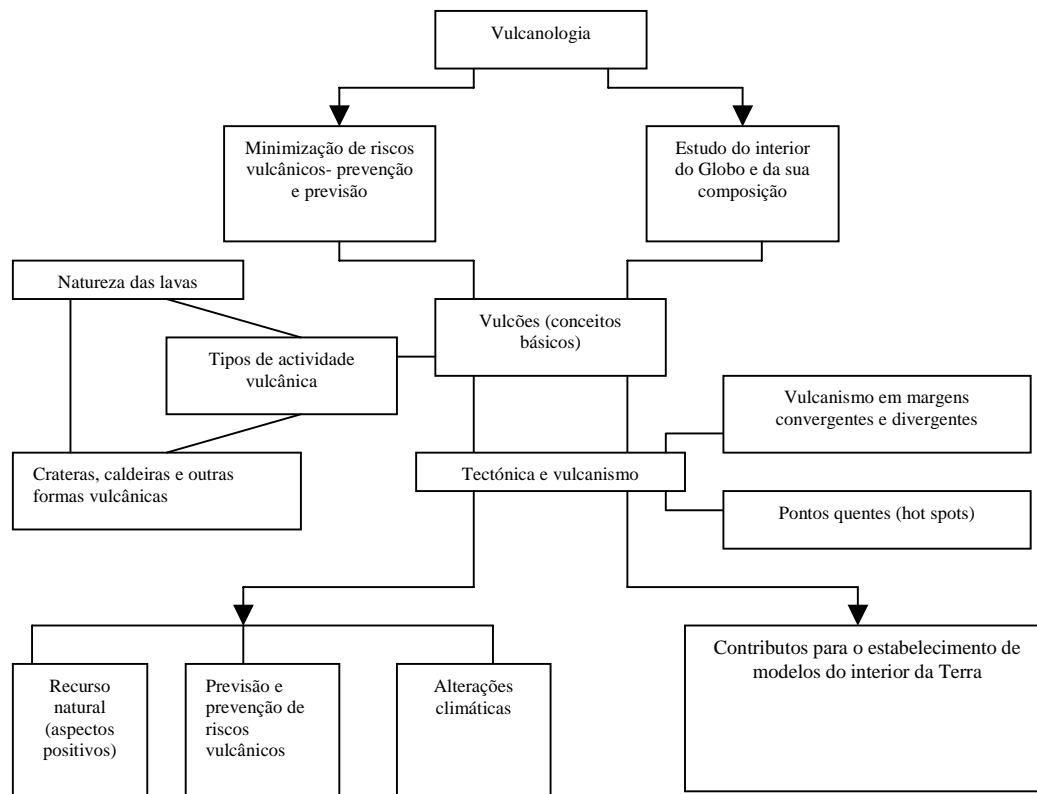
A palavra “vulcão” faz pensar imediatamente em erupções mortíferas como a que ocorreu, a 15 de Novembro de 1985, em Nevado del Ruiz, na Colômbia, que fez 23 000 mortos ou a tristemente célebre erupção da Montanha Pelada, na Martinica, com as suas 28 000 vítimas, em 1902. Contudo, nem todas as erupções 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, monitoriza-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. Sugestões metodológicas

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. Inflamando 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.

- a) Preparação de debates, por exemplo, sobre as possibilidades de prevenção e minimização de riscos.
- b) 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.

C4. Realizar cortes topográficos de diferentes vulcões associando a sua forma ao tipo de actividade vulcânica.

### D. Recursos específicos

Vídeos: “The Living Planet”, “Earth Revealed, Earth Story”

### Doc. 3. Sismologia

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

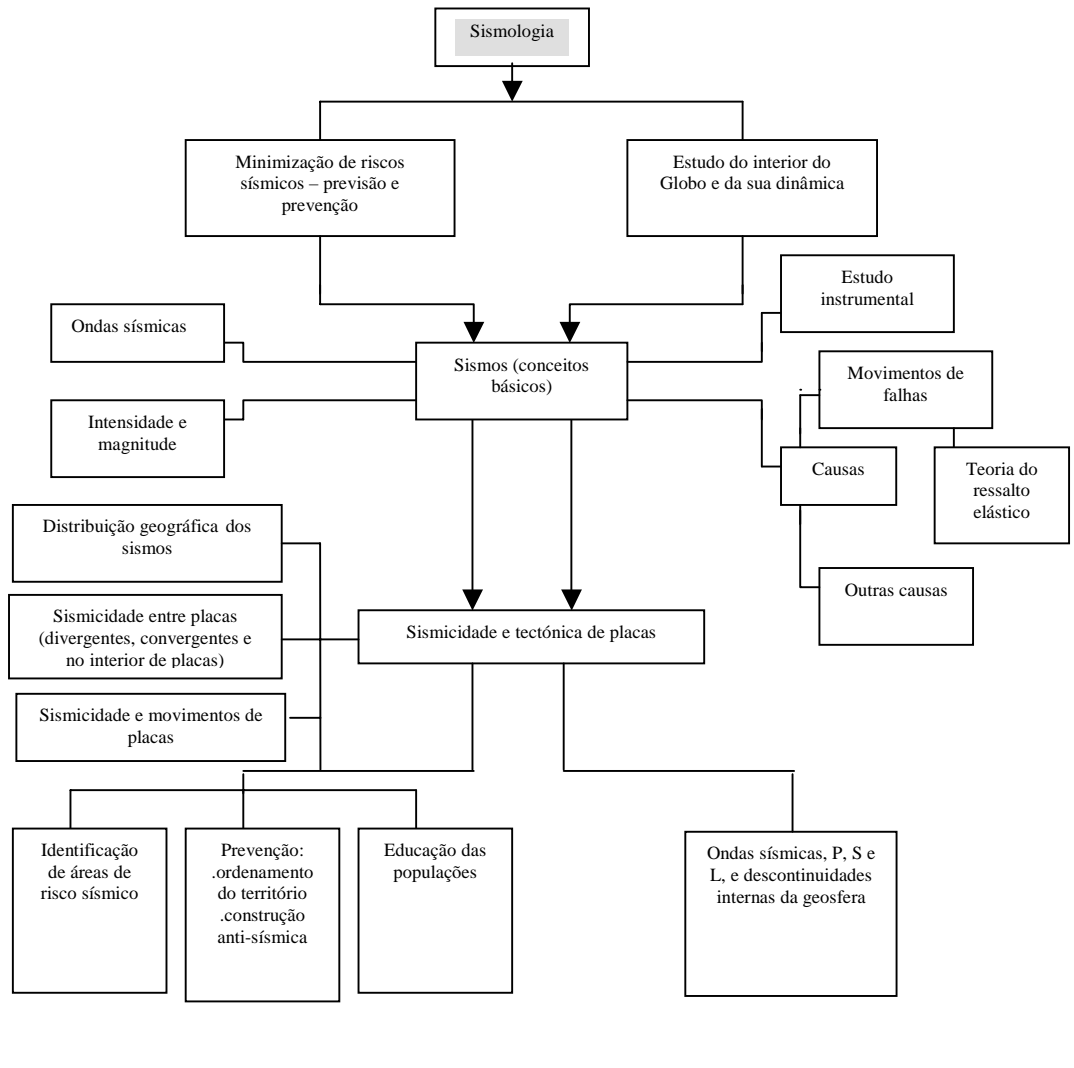
Os sismos são, além do vulcanismo, outra manifestação da actividade do globo terrestre que tem lugar à “nossa vista”. Numerosos sismos ficaram célebres por causa dos seus efeitos devastadores como o de Lisboa, a 1 de Novembro de 1755, que fez cerca de 60 000 mortos ou os que ocorreram recentemente (2001) 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, 13000 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. Sugestões metodológicas

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. Recurso específico

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 “Os sismos e a gestão da emergência”, Pais, I., Cabral, J. *et al.*, Lisboa.

#### Doc. 4. Estrutura interna da geosfera.

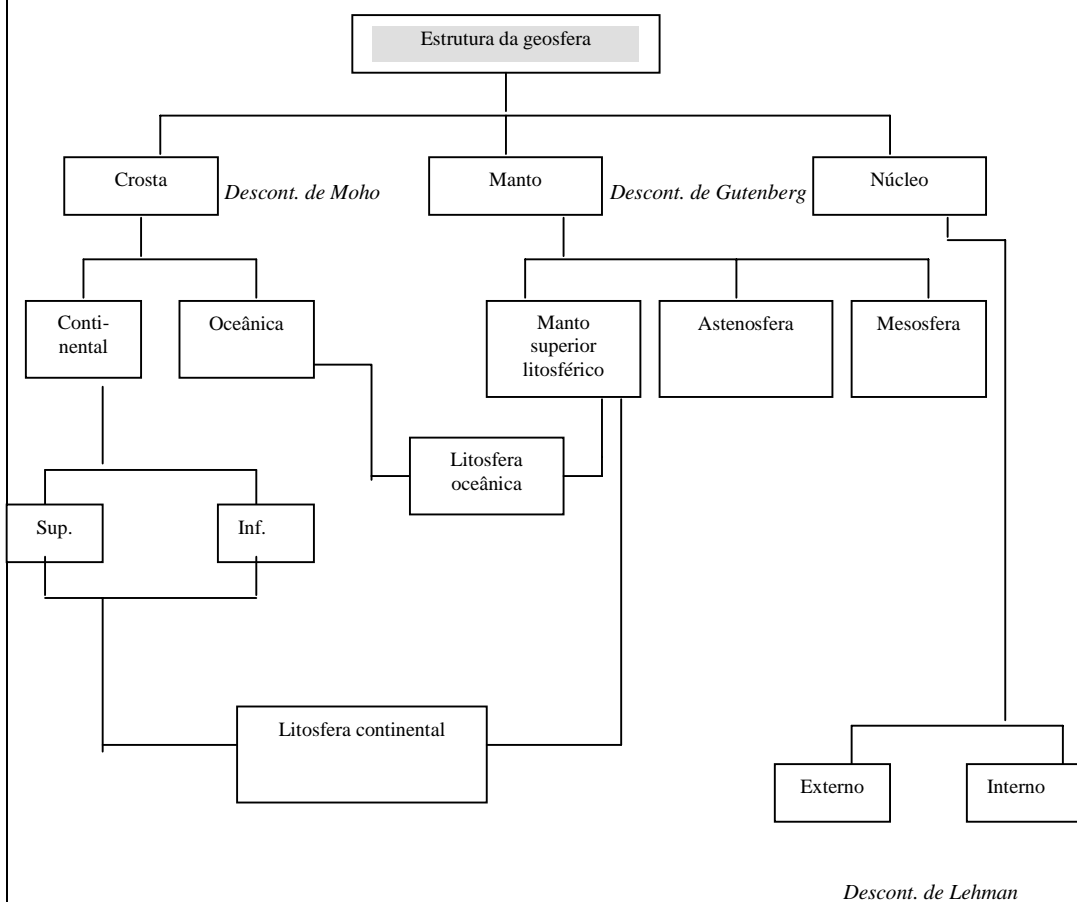
##### A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

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 discontinuidades 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



##### C. Sugestões metodológicas

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.

*Componente de Biologia*



## *Introdução*

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 jovens 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 compreender a realidade e, sobretudo, actividade humana que não é neutra.

No actual contexto de desenvolvimento científico e tecnológico será impraticável e contraproducente que o ensino vise apenas transmitir aos alunos conhecimentos específicos de forma massiva, esquecendo que a sua principal função é contribuir para a educação geral dos cidadãos. Fundamental será promover aprendizagens significativas que, resultando na gestão de um código silábico, que pode ter um certo grau de flexibilidade, proporcionem e assegurem a aquisição dos conceitos-chave de cada área científica.

Com estas preocupações, o programa da componente de Biologia da disciplina de Biologia-Geologia (10º e 11º anos de escolaridade) dos Cursos Gerais do Ensino Secundário foi construído tendo 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 a espécie humana e 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 conhecimentos prévios e as vivências dos educandos. Aos professores, conhecedores de tais realidades, cabe seleccionar os contextos e os processos mais apropriados para que os fins sejam atingidos.

# 1. Apresentação do Programa

## 1.1 Finalidades e objectivos gerais

O programa da componente de Biologia da disciplina de Biologia-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 dos 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-Geologia.

1. A construção de um sólido conjunto de conhecimentos, quer os explícitos nas unidades didácticas, quer os implícitos e decorrentes da implementação do programa, que coincidem com os seguintes conceitos-chave dos sistemas vivos:

- a) 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;
- b) a estrutura e a função estão correlacionadas em todos os níveis de organização biológica;
- c) os sistemas vivos são sistemas abertos que interagem continuamente com o ambiente, trocando matéria e energia;
- d) os sistemas vivos garantem a manutenção das suas características através de um equilíbrio dinâmico, assegurado por mecanismos de controlo e autorregulação;
- e) a Vida apresenta uma dualidade característica: diversidade *versus* unidade;
- f) a continuidade da Vida baseia-se em informação hereditária contida principalmente no programa genético;
- g) a evolução, característica de todos os sistemas vivos, é responsável pela ligação histórica entre todos eles, assim como pela unidade e diversidade da Vida.

2. O reforço das capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade que se consideram alicerces relevantes na Educação para a Cidadania.

3. A interiorização de um sistema de valores e a assunção de 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.

## *1.2 Competências a desenvolver*

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:

- a) **promover** um esforço acrescido de abstracção e de raciocínio lógico e crítico **que alicerce** o desenvolvimento das competências que permitem simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar a aparente desordem de informações emergentes da elevada complexidade dos sistemas biológicos;
- b) 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;
- c) 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 consequente reforço da expressão verbal, da fundamentação, da compreensão, da cooperação e da solidariedade;
- d) 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.

### 1.3 Visão geral dos conteúdos/temas 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.

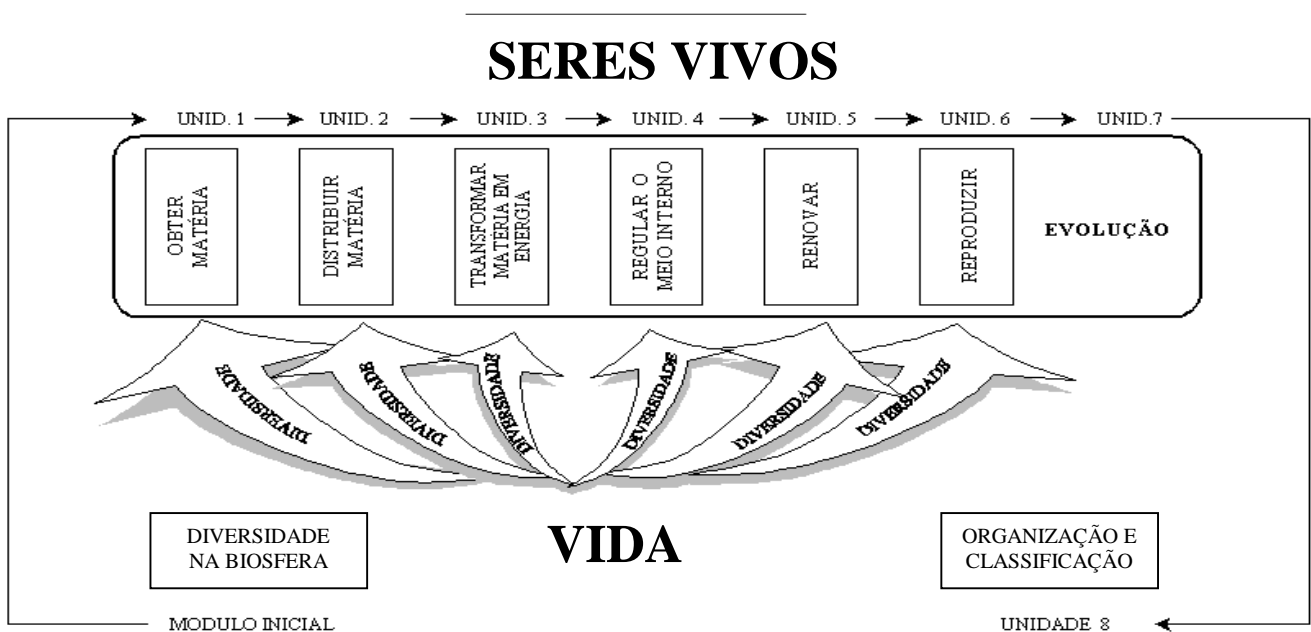
Neste nível de ensino será pertinente abordar a Biologia como um todo, quer na identificação do seu objecto de estudo — a VIDA e os SERES VIVOS — quer na exploração articulada dos conhecimentos que engloba actualmente.

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: 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 do programa.



A partir do MÓDULO INICIAL, o programa desenvolve-se numa abordagem das funções gerais dos seres vivos sob duas perspectivas complementares: a universalidade destas funções e a diversidade das soluções existentes para as realizar, em função do grau de complexidade dos organismos.

No 10º ano:

- a UNIDADE 1 aborda os processos de auto e heterotrofia em seres com diferente grau de complexidade;
- na UNIDADE 2 a distribuição de matéria permite perspectivar o estudo dos 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;
- a UNIDADE 3 é centrada nos processos de transformação de energia, nomeadamente na utilização das vias aeróbia e anaeróbia pelos seres vivos. Em animais e plantas são também estudadas as estruturas que permitem efectuar trocas gasosas entre os meios externo e interno;
- na UNIDADE 4 abordam-se aspectos relacionados com 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 fito-hormonas em plantas.

No 11º ano:

- a UNIDADE 5 aborda a renovação celular e o crescimento, explicitando o papel da mitose, do DNA e da síntese proteica;
- na UNIDADE 6 estuda-se a reprodução, entendida como um processo de transferência de informação, com realce para o papel da meiose na promoção da variabilidade dos seres vivos;
- a UNIDADE 7 explicita a evolução biológica;
- a UNIDADE 8 recapitula os níveis de organização biológica e aborda a sistemática dos seres vivos; constitui-se, deste modo, como um espaço para o reconhecimento consciente dos conceitos essenciais de que os alunos entretanto se foram apropriando.

A secção ***Desenvolvimento do Programa*** inicia-se com um mapa geral de exploração. Nesse esquema as unidades de ensino têm por base situações-problema ou questões centrais que acentuam as suas 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 unidade apresenta-se 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 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 os jovens 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 uma listagem de conceitos fundamentais e um conjunto lexical mínimo (palavras-chave) requerido para a compreensão desses mesmos conceitos.

## *1.4 Sugestões metodológicas gerais*

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

1. a abordagem global dos conceitos deve ser privilegiada, no sentido de garantir um ensino-aprendizagem de Biologia integrado.

2. ter uma noção clara do nível de aprofundamento a que os diferentes conceitos devem ser explorados. Lembra-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 unidade;

3. o estudo de aspectos relativos a plantas e animais, em todas as unidades, bem como o estudo dos diferentes constituintes celulares à medida que as suas funções forem exploradas, em conjugação com os órgãos e sistemas funcionalmente relacionados;

4. valorizar o trabalho prático como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada unidade. 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 um laboratório ou uma saída de campo. 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;

5. as actividades práticas sugeridas poderão ser substituídas por outras que o professor 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.

## 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, *portfolios*, mapas conceptuais, V de Gowin, listas de verificação, entre outros.

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.

## *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 e/ou de campo 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.

### *1.6.1 Material básico de laboratório*

Recomenda-se a consulta das listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral de Administração Escolar (DGAE).

Kits para análises de solos, água e ar.

Sensores de temperatura, pH, luminosidade, humidade e oxigénio dissolvido.

### *1.6.2 Material básico para trabalho de campo*

- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| - caderno de campo   | - caixa de primeiros socorros       |
| - frascos para colheitas diversas                          | - sacos plásticos (com e sem fecho) |
| - etiquetas  | - marcadores indeléveis             |
| - redes de colheita (diferentes $\emptyset$ de malha)      | - luvas                             |
| - binóculos  | - pás                               |
| - guias de campo   | - tabuleiros para triagem           |
| - estacas e fio (p. ex. para demarcação da área de estudo) | - fita métrica                      |



### 1.6.3 Colecções, mapas e modelos

Seguem-se exemplos 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 interna 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 ...

### 1.6.4 Equipamento multimédia

Os laboratórios de Biologia deverão dispor de meios de obtenção de imagem adequados para a recolha de informação em saídas de campo ou outras actividades. Assim, o mais adequado será o recurso a câmaras de vídeo e câmaras fotográficas SLR digitais dispostas 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.

### 1.6.5 Recursos multimédia

A título exemplificativo, indicam-se filmes em vídeo e alguns *sites* (activos em Agosto de 2001) que podem servir de ponto de partida para a busca, recolha e análise crítica de informação útil para a consecução do programa.

#### Vídeos

- “A *Fauna*”, Publicações Alfa.
- “*Desafios da Vida*”, Ediclube.

- “National Geographic Video”, National Geographic Society.

## *Sites*

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

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

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

<http://www.poderlocal.com/pagparques.htm>

<http://www.ufp.pt/units/geonucleo/parques/parques.htm>

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

<http://www.mitocondria.hpg.com.br/respiracao.htm>

Artigos sobre o processo de respiração celular:

<http://www.terravista.pt/ancora/1729/bio.htm>

Artigos de investigação relativos aos processos de respiração celular e fotossíntese:

<http://www.netpar.com.br/duarte/super3.htm>

<http://gened.emc.maricopa.edu/bio/bio181/BIOBK/BioBookPLANTHORM.html>

Artigos relacionados com hormonas vegetais e sua acção no crescimento e desenvolvimento das plantas:

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

Endereço oficial de Biological Sciences Curriculum Study:

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

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

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

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

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

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

<http://bubl.ac.uk/link/lif.html>

BUBL LINK / 5:15 (excelente catálogo de recursos na Internet):

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

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

### 1.6.8 Recursos bibliográficos

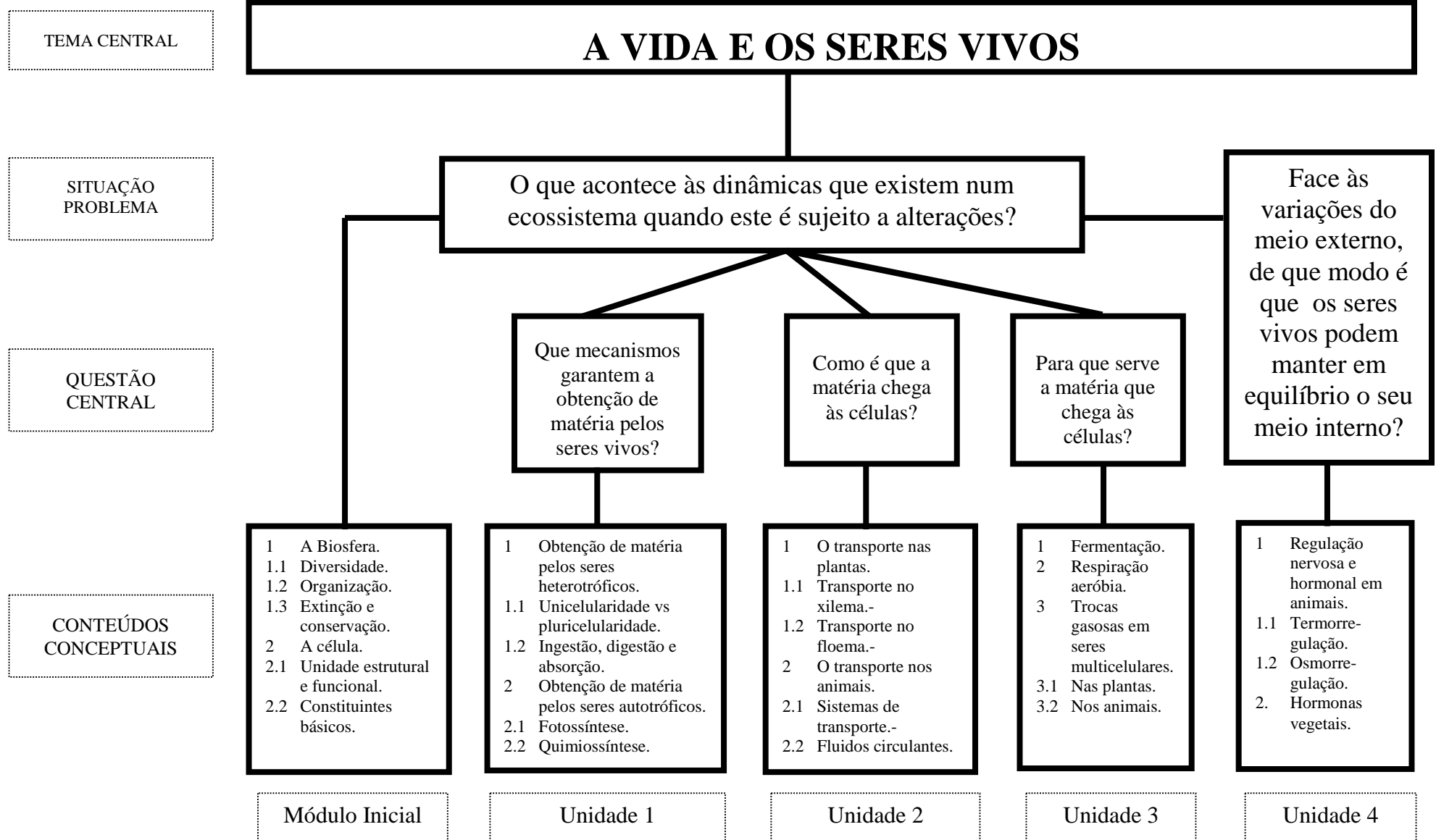
(Ver Bibliografia)

### 1.6.9 Recursos institucionais e locais de interesse ambiental

Reservas naturais e paisagens protegidas; jardins botânicos; parques com interesse biológico e/ ou pedagógico; museus de história natural e exposições interactivas de ciência ..

## *2. Desenvolvimento do programa*

## 2.1 MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA 10º ANO



## 2.2 Módulo Inicial — DIVERSIDADE NA BIOSFERA

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

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

##### 1. A Biosfera

A análise de ecossistemas permitirá constatar a variedade dos organismos que os caracterizam, facilitando a inferência da sua organização indispensável à conservação.

##### 2. A Célula

A observação em laboratório de seres uni e multicelulares, recolhidos no campo, possibilitará a compreensão da célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e facilitará a abordagem relativa aos seus constituintes básicos.

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>Realizar estudos em ambientes naturais.</li> <li>Participar nos processos de planificação das actividades a realizar antes, durante e após as saídas de campo.</li> <li>Fazer recolhas criteriosas e perspectivar a sua relevância no trabalho laboratorial.</li> <li>Identificar seres vivos a partir de dados obtidos com a ajuda de instrumentos de laboratório e/ou pesquisa bibliográfica.</li> <li>Compreender a existência de diferentes modos de interacção entre os seres vivos de um ecossistema.</li> <li>Prever a evolução de um determinado ecossistema se sujeito a alterações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento e valorização das funções dos diferentes constituintes do ecossistema e sua contribuição para o equilíbrio do mesmo.</li> <li>Valorização do registo sistemático de dados durante os trabalhos de campo.</li> <li>Preocupação de evitar que as actividades de campo afectem o ambiente em estudo.</li> <li>Identificação de actividades humanas responsáveis pela contaminação e degradação do 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 exhaustiva dos conceitos listados.</li> </ul>	Biosfera Ecossistema Comunidade População Espécie Organismo Sistema de órgãos Órgão/Tecido  Seres unicelulares/ /multicelulares  Diversidade Extinção Conservação	4
2. A célula. 2.1 Unidade estrutural e funcional. 2.2 Constituintes básicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observar células ao microscópio óptico composto (MOC).</li> <li>Interpretar imagens e esquemas de células ao MOC.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>A célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos.</li> <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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo exhaustivo e pormenorizado do MOC.</li> </ul>	Célula Membrana celular Citoplasma Núcleo	4

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>• 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> <li>• As funções principais das macromoléculas (estruturais, energéticas, enzimáticas, armazenamento e transferência de informação).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A análise pormenorizada dos constituintes celulares.</li> </ul>	Meio interno Meio externo  Água Sais minerais Monómeros/ /polímeros Macromoléculas Proteínas Hidratos de Carbono Lípidos Ácidos nucleicos	

Recordando o que foi referido na secção de apresentação do programa, as abordagens dos conteúdos devem ser feitas no sentido de sensibilização e não de aprofundamento.

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Face à situação-problema “O que acontece às dinâmicas que existem num ecossistema quando este é sujeito a alterações?”, propõe-se trabalho de campo articulado com actividades de sala de aula/ laboratório a realizar antes e depois da saída. Como objecto(s) de estudo sugerem-se ambientes reais, tanto quanto possível na proximidade da Escola (p. ex. recinto da escola – *local tratado/ jardim vs. local não tratado/ selvagem*; ribeiro/ rio em dois locais com diferentes aspectos ou diferente utilização pública).

Nas actividades pré-saída de campo será pertinente familiarizar os alunos com aspectos de localização geográfica da(s) área(s) de estudo, história/ intervenção humana... conceitos relativos à dinâmica dos ecossistemas e técnicas/ instrumentos a utilizar no campo e posteriormente no laboratório. Importa definir questões orientadoras das actividades a realizar no campo (p. ex. Que aspectos distinguem os dois locais? Porquê?; Que seres vivos se esperam encontrar em cada local? Porquê?; Que interacções estabelecem entre si?; Qual o grau de disrupção entre os dois locais? Como avaliá-lo?; O que pode alterar a dinâmica desses ecossistemas? Que consequências ?; O que se poderá fazer para preservar?...).

No pós-saída de campo os dados recolhidos devem ser utilizados como ponto de partida para a exploração dos restantes conceitos da unidade. Observar / Comparar / Identificar seres uni e multicelulares (e/ ou tecidos) existentes nas amostras e/ ou outras 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 poderá 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).

Com base nas actividades desenvolvidas neste módulo, promover exercícios de tipo “*brainstorming*”, que possibilitem a listagem de questões orientadoras das unidades seguintes do programa: “Que mecanismos garantem a obtenção de matéria pelos seres vivos?; Como é que esta chega às células?; Para que serve?; Face às variações do meio externo, de que modo é que os seres vivos podem manter em equilíbrio o seu meio interno?”

## 2.3 Unidade 1 — OBTENÇÃO DE MATÉRIA

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

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

##### 1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos

Os seres heterotróficos necessitam de obter matéria orgânica e não orgânica do seu meio exterior. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo das substâncias que se movimentam do meio interno para o meio externo e vice versa.

##### 2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.

Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo a diferentes fontes de energia. A membrana celular constitui um importante elemento de controlo do movimento de substâncias do meio interno para o meio externo e vice versa.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. Obtenção de matéria pelos seres heterotróficos.</p> <p>1.1 Unicelularidade vs pluricelularidade.</p> <p>1.2 Ingestão, digestão e absorção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar e realizar actividades práticas.</li> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet...</i>) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.</li> <li>Interpretar procedimentos experimentais simples.</li> <li>Interpretar 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>Valorizar processos críticos de selecção de informação.</li> <li>Evitar transcrever de forma sistemática a informação recolhida para apresentação.</li> <li>Reconhecimento de que a complexidade dos sistemas de obtenção de matéria resulta de processos de evolução.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O conceito de heterotrofia.</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>O estudo exaustivo da evolução histórica dos modelos da ultraestrutura da membrana celular.</li> <li>O estudo pormenorizado da morfologia 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>Reticulo endoplasmático</p> <p>Complexo de Golgi</p> <p>Enzima</p> <p>Digestão extracelular</p> <p>Cavidade gastrovascular</p> <p>Tubo digestivo</p>	5
<p>2. Obtenção de matéria pelos seres autotróficos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Organizar e interpretar dados sobre estratégias de obtenção de matéria.</li> <li>Interpretar 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>A noção de autotrofia</li> <li>A importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas</li> <li>A fotossíntese como um processo de transformação de energia luminosa em</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O estudo aprofundado das reacções bioquímicas que se processam nas fases fotoquímica e química.</li> </ul>	<p>Seres autotróficos</p> <p>Fotossíntese</p>	4



Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
2.1 Fotossíntese. 2.2 Quimiossíntese.			energia química, que necessita da presença de pigmentos de captação de luz. <ul style="list-style-type: none"> <li>• O cloroplasto, como organito no qual ocorre a fotossíntese.</li> <li>• Referência a organismos fotoautotróficos que não sejam plantas, e a organismos quimioautotróficos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo da ultraestrutura do cloroplasto.</li> </ul>	Cloroplasto Pigmentos fotossintéticos Quimiossíntese	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões (p. ex. 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?). A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade. Se possível deverão ser explorados casos de seres identificados nos locais estudados no Módulo Inicial.

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 revisitado, 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 pelos 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.

Recomenda-se a pesquisa, sistematização e discussão de dados relativos a processos de quimiossíntese.

## 2.4 Unidade 2 — DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA

### Como é que a matéria chega às células?

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

##### 1. O transporte nas plantas.

As plantas transportam substâncias até às folhas para garantir a síntese de compostos orgânicos e posteriormente esses compostos são distribuídos a todas as células (Xilema e Floema).

##### 2. O transporte nos animais.

Nos animais existem mecanismos que asseguram o transporte de matéria a todas as células. Esses sistemas são evolutivamente cada vez mais eficazes.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
<p>1. O transporte nas plantas.</p> <p>1.1 Transporte no xilema.</p> <p>1.2 Transporte no floema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar a localização relativa dos tecidos de transporte nos diversos órgãos vegetais.</li> <li>Planificar e executar actividades práticas.</li> <li>Interpretar dados 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 “Fluxo de Massa de München” 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</p> <p>Xilema</p> <p>Adesão-coesão-tensão</p> <p>Pressão radicular</p> <p>Floema</p> <p>Fluxo de massa</p>	3
<p>2. O transporte nos animais.</p> <p>2.1 Sistemas de transporte.</p> <p>2.2 Fluidos circulantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet...</i>) sobre estratégias de transporte nos animais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização dos avanços científico-tecnológicos ao serviço da medicina, na resolução de defeitos.</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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A descrição exaustiva da morfofisiologia dos sistemas de transporte dos animais seleccionados.</li> </ul>	<p>Sistemas de transporte abertos e fechados</p> <p>Circulação simples/ /dupla/completa/ /incompleta</p>	3

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>• Comparar sistemas de transporte em animais de diferentes taxa.</li> <li>• Relacionar as características estruturais e funcionais de diferentes tipos de sistemas circulatórios com a sua eficácia no transporte e distribuição de materiais.</li> </ul>	congénitos nos seres humanos. (p. ex. septo incompleto no coração) e tratamento de doenças.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A distinção do ponto de vista estrutural e funcional dos sistemas de transporte fechados: simples (p. ex. peixe); 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>• Caracterização histológica dos diferentes tipos de vasos.</li> <li>• O estudo dos constituintes do sangue e da linfa (plasma e elementos figurados).</li> </ul>	Fluido circulante Linfa Sangue Artérias Veias Coração	

### 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?; Que implicações biológicas advêm da extracção com fins económicos da seiva de algumas plantas?”. 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 uma planta com pressão radicular evidente (p. ex. tomateiro);

- a exploração da morfologia de folhas de modo a inferir a localização dos feixes vasculares, a partir da observação macroscópica de folhas inteiras e em corte; complementar com a observação microscópica de preparações definitivas de cortes transversais (ou a 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 na unidade 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 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/corriger 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 (por ex. corações).

## 2.5 Unidade 3 — TRANSFORMAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ENERGIA PELOS SERES VIVOS

### Para que serve a matéria que chega às células?

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

##### 1. Fermentação.

A matéria obtida por alguns organismos uni e multicelulares é utilizada em processos químicos na ausência do oxigénio, cujo balanço energético é positivo. Essa energia fica disponível na forma de ATP.

##### 2. Respiração aeróbia.

Organismos com capacidade metabólica para utilizar o oxigénio como elemento oxidante, obtêm um alto rendimento energético que se traduz numa maior disponibilidade de ATP.

##### 3. Trocas gasosas em seres multicelulares.

Os processos químicos de transformação e/ou produção de matéria, em seres multicelulares, implicam obtenção e eliminação de substâncias gasosas através de estruturas especializadas.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
1. Fermentação. 2. Respiração aeróbia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceber, realizar e interpretar procedimentos experimentais simples.</li> <li>• Organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet...</i>) sobre processos de transformação de energia a partir da matéria orgânica disponível.</li> <li>• Comparar o rendimento energético da fermentação e da respiração aeróbia.</li> <li>• Discutir a capacidade de alguns seres utilizarem diferentes vias metabólicas em função das condições do meio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorizar a 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	4
3. Trocas gasosas em seres multicelulares.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretar dados experimentais de modo a compreender os processos de abertura e fecho dos estomas.</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>• A interdependência das características dos sistemas que asseguram e regulam as trocas gasosas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrições anatómicas exaustivas dos tecidos</li> </ul>	Estomas Hematose Difusão directa e indirecta	3

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras Chave	Número de aulas previstas
3.1 Nas plantas. 3.2 Nos animais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparar a complexidade das estruturas respiratórias de diferentes animais.</li> <li>• Relacionar as estruturas respiratórias dos animais com a sua complexidade e adaptação ao meio.</li> </ul>	gasosas com o grau de complexidade do organismo.	<ul style="list-style-type: none"> <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 (p. ex. minhoca); traqueia (p. ex. gafanhoto); brânquias (p. ex. truta); pulmões (p. ex. porco).</li> </ul>	envolvidos nos processos de trocas gasosas.	Tegumento Traqueias Brânquias Pulmões	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

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 que existem nos ecossistemas estudados?; 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 anaeróbia, 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 estudos ulteriores.

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. Sempre que possível deverão ser tomados como exemplos os seres vivos identificados no ambiente natural que foi estudado no módulo inicial.

## 2.6 Unidade 4 — REGULAÇÃO NOS SERES VIVOS

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

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

#### 1. Regulação nervosa e hormonal em animais.

Os animais possuem mecanismos electroquímicos que permitem, dentro de certos limites, o controlo da temperatura corporal e mecanismos químicos, hormonais, que possibilitam, entre outros aspectos, a regulação da pressão osmótica no interior do organismo.

#### 2. Hormonas vegetais.

As plantas possuem mecanismos hormonais (giberelinas, auxinas, etileno,...), que determinam o seu movimento, crescimento e desenvolvimento.

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras chave	Número de aulas previstas
1. Regulação nervosa e hormonal em animais. 1.1 Termorregulação. 1.2 Osmorregulação.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolher, organizar e/ou interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet, media...) sobre termorregulação e osmorregulação.</li> <li>Compreender circuitos de retroalimentação (regulação térmica no homem).</li> <li>Distinguir organismos osmorreguladores de osmoconformantes.</li> <li>Explicar o mecanismo de regulação hormonal da hormona antidiurética (ADH).</li> <li>Distinguir 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  Factor limitante	6

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Recordar e/ou Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras chave	Número de aulas previstas
2. Hormonas vegetais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceber, realizar e interpretar procedimentos experimentais simples.</li> <li>• Recolher, organizar e interpretar 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; hortofloricultura...).</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)	3

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Exploração da 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?”.

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; sempre que possível tomar como exemplo os animais que foram identificados no módulo inicial;
- processos de regulação osmótica em diferentes animais (p. ex. minhoca, peixes, aves e mamíferos); o caso humano é obrigatório (ADH); sempre que possível tomar como exemplo os animais que foram identificados no módulo inicial;
- comparação dos processos de regulação nervosa e hormonal;
- alterações ambientais com impacto ao nível dos processos de regulação dos animais. Tanto quanto possível analisar casos passíveis de acontecerem no ecossistema, objecto de estudo, seleccionado no módulo inicial.

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 e abscisão 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?”.





# Bibliografia

## Componente de Geologia

### 1. Bibliografia comentada

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

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

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

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

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

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

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

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

- Amador, F. & 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 enesñanza 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.

*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.*

- Forjaz, V. H. (2000). *Vulcão Oceânico da Serreta*. S.Miguel: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Gardom, T. & 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.*

- 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 historiam a antiquíssima relação do Homem com os vulcões, a destruição da "Atlântida", as sucessivas interpretações propostas para as erupções e os avanços conseguidos no seu estudo e previsão. Ao longo do livro, o efeito destruidor da actividade vulcânica é frequentemente confrontado com o carácter renovador e criador de condições de vida na Terra que ela encerra. Além de aspectos menos conhecidos e espectaculares do vulcanismo, são referidas a sua importância económica e a sua estreita ligação à tectónica de placas.*

- MacDougall, J. D. (1998). *Uma História (breve) do Planeta Terra*. Lisboa: Editorial Notícias.

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

- Mattaner, 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 por forma a criar múltiplas oportunidades para a abordagem da dinâmica dos sistemas terrestres e das alterações neles introduzidas pela acção humana e a permitir compreender e prever as mudanças ambientais.*

- 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.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*Além de uma abordagem de temas gerais de geologia, o livro trata com maior detalhe aspectos ligados aos seres vivos e seus ambientes de vida, bem como aos ambientes sedimentares, aos métodos próprios da geologia histórica, aos ciclos biogeoquímicos e, com maior realce, à 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 história as descobertas da Terra como máquina viva, dos oceanos, dos seus fundos e das suas relações com a atmosfera, das alterações climáticas, dos planetas do sistema solar e dos ensinamentos que deles obtivemos para a compreensão do nosso planeta. Aborda também a temática dos recursos e da sua exploração e penúria e ainda a das perspectivas futuras da espécie humana na Terra.*

## 2. Outra bibliografia comentada

*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. Thompsom, “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.*

## 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.

- Michard, J. G. (1997). *Le monde perdu des dinosaures*. Paris: Gallimard.

- 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.

#### 4. Revistas

-*Alambique– Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Barcelona: Graó.

-Colóquio/Ciência

-*Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. Barcelona: I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.

-Geólogos

-*Geonovas*. Porto: Revista da Associação Portuguesa de Geólogos

-*La Recherche*. Paris: La Société D'Éditions Scientifiques.

-*Pour la Science*. Paris: Éditions Belin. (ed. francesa de Scientific American)

-*Science*

-*Science et Vie/Science et Vie Júnior*. Paris: Science & Vie, Excelsior Publications S.A.

-*Scientific American*. Nova Iorque: Scientific American, inc..

# *Componente de Biologia*

## *Livros*

Alderson, P. & Rowland, M. (1995). *Making Use of Biology* (2ª Ed.). 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.

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

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

Campbell, N. A., Mitchel, L. G. & Reece, E. J. (1999). *Biology* (5ª Ed.). Menlo Park: Benjamin/Cummings Publishing Company.

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

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

Livro de texto em que se tratam alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia.

Dolphin, W. D. (1997). *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.

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

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

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

O texto apresenta, de modo acessível, aspectos de fundamentação teórica e empírica que suportam os modelos construtivistas de ensino e de aprendizagem das ciências. Sugere estratégias de intervenção, baseadas na teoria, destinadas a promover a reestruturação dos conhecimentos 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. (1994). *Biology Labs That Work: The best of How-to-do-its* (ed.). Reston, Virginia : National Association of Biology Teachers (NABT).

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

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

Os vários autores apresentam de forma sintética alguns dos aspectos que nos últimos anos têm sido alvo de investigação didáctica (p. ex., *Concepções Alternativas, Mudança Conceptual, Modelos de Ensino, ...*). Os textos 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 Edición). 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.

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

Compêndios de Biologia que se evidenciam pela clareza do seu texto e qualidade de ilustrações.

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.

### 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.

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

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

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

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

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

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

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

### Guias de Campo

*Árvores – Pequenos guias da Natureza*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

*Árvores de Portugal e Europa*. Porto: FAPAS.

*Aves de Portugal e Europa*. Porto: FAPAS.

*Cogumelos – Pequenos guias da Natureza*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

*Fauna e Flora do Litoral de Portugal e Europa*. Porto: FAPAS.

*Flores Silvestres – Pequenos guias da Natureza*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

*Insectos – Pequenos guias da Natureza*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

*Mamíferos de Portugal e Europa*. Porto: FAPAS.

*Vida Animal nos Rios e nos Lagos – Pequenos guias da Natureza*. Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.

### Revistas

*Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Graó: Barcelona.

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

*Fórum Ambiente*. Porto: Caderno Verde - Comunicação AS.

*Journal of Biological Education*. Londres: Institute of Biology.

*La Recherche*. Paris. La Sociéte D'Éditions Scientifiques.

*National Geographic Magazine*. Washington: National Geographic Magazine. (existe edição portuguesa)

*Ozono–Revista de Ecologia*. Lisboa: Sociedade e Protecção da Natureza, Costa do Castelo S.A..

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

*Scientific American*. Nova Iorque: Scientific American, inc..

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

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

*Terre Sauvage*. Paris: Terre Sauvage, S. N. C..