

DOCUMENTO DE TRABALHO

**ENSINO SECUNDÁRIO
CURSO GERAL DE CIÊNCIAS NATURAIS**

BIOLOGIA E GEOLOGIA

PROGRAMA DE GEOLOGIA

10º ano

Maio 2000

Autores:

Carlos Perdigão Silva

José Fernando Pires Baptista

Maria Filomena Amador

Rui Adérito Valente

SUMÁRIO

Introdução	3
1. Apresentação do Programa	
1.1 Princípios Orientadores e Objectivos	3
1.2 Visão Geral dos Temas	5
1.3 Sugestões Metodológicas Gerais	6
1.4 Recursos	7
2. Desenvolvimento do programa	
2.1 Organização geral	10
2.2 Alguns conceitos fundamentais	12
2.1 Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos	14
2.2 Tema II - A Terra no espaço	30
2.3 Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera ...	47
Referências bibliográficas	61

INTRODUÇÃO

A Geologia é uma ciência presente no nosso quotidiano, quer através das paisagens que nos rodeiam e nos contam uma história sobre o passado da Terra, quer 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, a Geologia pode fornecer uma série de conhecimentos imprescindíveis para a compreensão e protecção do ambiente.

Processos geológicos 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.

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

1. APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA

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

1.1 PRINCÍPIOS ORIENTADORES E OBJECTIVOS

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

- A aprendizagem das ciências deve ser entendida como um processo activo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento.
- Os conhecimentos prévios dos alunos condicionam as suas aprendizagens, necessitando o professor de estabelecer conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos.

- A actividade investigativa, de carácter experimental ou de outro tipo, desempenha um papel particularmente importante na aprendizagem das ciências.
- Ao professor cabe a tarefa de organizar e dirigir as actividades investigativas 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 deve ser entendida como um instrumento de aprendizagem e uma oportunidade para introduzir correcções no processo de ensino, privilegiando-se uma diversificação nos tipos de avaliação utilizados e nos momentos da sua aplicação. Deve evitar-se uma excessiva valorização de avaliações de incidência pontual.
- A uma avaliação dos aspectos conceptuais é importante associar uma avaliação de aspectos procedimentais e atitudinais.
- À apresentação da ciência conhecida deve aditar-se o conhecimento do modo como se construíram esses saberes, reforçando a ideia de um conhecimento científico em mudança e explorando, ao nível das aulas, a natureza da ciência e da investigação científica.
- Ao considerar-se as teorias científicas como elementos fundamentais do conhecimento científico, afirma-se também que estas devem desempenhar um papel central no ensino da Geologia. Destaca-se, por isso, como objectivo último a atingir, a compreensão das relações entre factos e conceitos.
- A educação científica deve incluir, em paralelo com os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais, referências às dimensões sociológicas e tecnológicas como elementos indissociáveis do conhecimento científico.

O desenvolvimento do presente programa, baseado neste conjunto de princípios orientadores, suporta os principais tipos de objectivos de aprendizagem:

- referentes à aquisição, compreensão e utilização de factos, conceitos, princípios, modelos e teorias, isto é, ao saber ciência;
- dirigidos ao desenvolvimento de estratégias de investigação para os problemas geológicos, ou seja, do domínio do saber fazer;
- relacionados com a aquisição de atitudes de consciencialização pessoal e social.

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.

1.2 VISÃO GERAL DOS TEMAS

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

Visão geral dos Temas (conteúdos conceptuais)

Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos	Tema II – A Terra no espaço	Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera
<p>Apresentação de uma questão problemática.</p> <p>1.A Terra e os seus subsistemas em interação.</p> <p>1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera).</p> <p>1.2 Interação de subsistemas.</p> <p>2.As rochas, arquivos que relatam a História da Terra</p> <p>2.1 Rochas sedimentares.</p> <p>2.2 Rochas magmáticas e metamórficas.</p> <p>2.3 Ciclo das rochas.</p> <p>3.A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Datação relativa e datação absoluta.</p> <p>3.3 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>4.2.1 As placas tectónicas.</p> <p>4.2.2 Limites entre placas.</p> <p>4.2.3 Movimentos de placas e correntes de convecção.</p>	<p>Apresentação de uma questão problemática.</p> <p>1. Big-bang – o nascimento do Universo.</p> <p>2. Formação do Sistema Solar.</p> <p>2.1 Provável origem do Sol e dos planetas.</p> <p>2.2 Planetas, asteróides e meteoritos.</p> <p>2.3 A Terra – acreção e diferenciação.</p> <p>3. A Terra e os planetas telúricos.</p> <p>3.1 Manifestações da actividade geológica.</p> <p>3.2 Impactismo.</p> <p>3.3 Atmosferas.</p> <p>3.4 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático.</p> <p>4. A Terra, um planeta muito especial.</p> <p>4.1 Interfaces – geosfera/ restantes subsistemas.</p> <p>4.2 A face rochosa da Terra.</p> <p>4.2.1 Repartição das terras e dos mares.</p> <p>4.2.2 Continentes e bacias oceánicas.</p> <p>4.3 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres.</p> <p>4.3.1 Impactos na geosfera.</p> <p>4.3.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Apresentação de uma questão problemática.</p> <p>1. Métodos de estudo para o interior da geosfera.</p> <p>2.Vulcanologia.</p> <p>2.1 Conceitos básicos.</p> <p>2.2 Vulcões e tectónica de placas.</p> <p>2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.</p> <p>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 Modelo sismológico do interior da Terra.</p> <p>4.Estrutura interna da geosfera – um modelo explicativo.</p> <p>4.1 Zonas superficiais - crosta continental e oceânica.</p> <p>4.2 Litosfera.</p> <p>4.3 Astenosfera.</p> <p>4.4 Zonas profundas.</p> <p>4.4.1 Manto superior e inferior.</p> <p>4.4.2 Núcleo externo e interno.</p>

1.3 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, destacamos algumas das principais ideias que enformam, na prática, as propostas de actividades de aprendizagem apresentadas.

- 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 ruptura 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 trabalho laboratorial e de trabalho de campo. Privilegiar actividades experimentais 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 reais e concretas. Neste tipo de actividades o professor deve assumir-se como dinamizador e facilitador, envolvendo os alunos no planeamento de investigações experimentais teoricamente enquadradas.
No caso específico da Geologia um dos aspectos que, em termos metodológicos, mais importa destacar é o das designadas aulas de campo. À semelhança de outras actividades práticas, as aulas de campo também não devem ser vistas como actividades isoladas e complementares, mas antes como acontecimentos contextualizados e perfeitamente integrados nos currículos.
- 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 se confrontar entre si e em simultâneo com os modelos científicos, fornecendo deste modo as condições necessárias à mudança conceptual.
- Desenvolver actividades de aprendizagem que integrem, na medida do possível, os diferentes conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais.
- Usar as NTIC (Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação) como suporte na pesquisa de informação, tratamento de dados, 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/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 adquirem um interesse crítico pelas ciências e pelas suas repercursões sociais e tecnológicas.

A partir das sugestões metodológicas apresentadas para cada tópico, podem ser elaborados materiais didáticos 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 perspectiva de trabalho cooperativo e investigativo.

1.4 [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:

1.4.1 Material básico de laboratório

Ácido clorídrico diluído

Areias de grão fino e tonalidades variadas, gesso (ou cimento branco) e cimento comum

Balões Erlenmeyer

Cadinhos de porcelana

Calcador (maço) para premir areias, gesso e cimento comum

Canivete

Colher

Copos graduados

Corantes (vermelho neutro)

Dicromato de amónio

Enxofre em pó

Esferas de vidro

Espátula

Estereoscópios

Fita de magnésio

Lupas binoculares

Marcador indelével

Pipeta de Pasteur

Tabuleiro metálico

1.4.2 Material básico para actividades de campo

Caderno de campo

Canivetes

Caixa de primeiros socorros

Cartas geológicas

Bússola com clinómetro
Escopros
Etiquetas
Fitas métricas
Máquina fotográfica
Martelos de geólogo
Lupas de mão (10x)

1.4.3 Colecções de materiais geológicos

Amostras de rochas: arenito, basalto, calcário, gnaiss, granito, micaxisto e xisto.

1.4.4 Blocos-diagrama e modelos para reproduzir estruturas geológicas

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

1.4.5 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

1.4.6 Recursos bibliográficos

[\(ver final do programa\)](#)

1.4.7 Recursos institucionais, locais de interesse geológico e geomonumentos

Museu Nacional de História Natural
Museu Geológico (IGM)
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 dinossáurios).

Geomonumentos (a nível de sítio): jazidas com pegadas de dinossáurios de Pego Longo (Carenque) e da Predeira do Galinha (Serra d’Aire), Pedra da Mua e Lagosteiros (Sesimbra); campo de lapiás da Pedra Furada (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), a concha de S. Martinho do Porto, o Vale Glaciário do Zêzere, na Serra da Estrela, as Portas do Rodão (no Tejo), o Pulo do Lobo (no Guadiana), entre outros.¹

1.4.7 Recursos geológicos multimédia

a) Internet – fontes de informação geológica em português²

- 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 visitas de campo e actividades laboratoriais, base de dados fotográfica com aspectos geológicos nacionais com interesse didáctico e informações para os alunos que pretendam prosseguir os seus estudos na área da Geologia.
- Instituto Geológico e Mineiro (<http://www.igm.pt>)
- Museu de História Natural da Universidade de Lisboa (<http://www.fc.ul.pt/mhn/>)
- Museu da Lourinhã (<http://www.hpv.pt/geal/>)
- 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.
- 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.dga.min-amb.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.

¹ 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.

² 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.

b) Internet – outras fontes de informação

- Virtual Geoscience Professor – <http://www.uh.edu/~jbutler/anon/anonfield.html>
- Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra – <http://www.aepect.org>

c) 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, interactivos, rigorosos cientificamente e, alguns, 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 Multimédia.
- Nas Origens do Homem, Coppens, Y., Microfolie's, Centre National de Cinematographie, Cryo.
- L'Ocean des Origines, Prache, D., Microfolie's, Virtual Studio, 1996.
- The study of minerals, Dyar D. *et al.*, Tasa Graphic Arts, Inc., 1997.

d) 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 Hányey.
- PlanetWatch 2.0, Raben Softwareand Graphics, 1994, Galen Raben.
- ORBITS 2.1, Voyage Trough, THE SOLAR SYSTEM, Software Marketing Corporation, 1991, WirterTech.

e) 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

Os geólogos, homens e mulheres que trabalham no âmbito das chamadas Ciências da Terra, desenvolvem uma actividade através da qual pretendem dar resposta a múltiplas questões e tentam, também, resolver alguns dos problemas que afectam a

Humanidade. Servem-se, para esse efeito, de métodos de trabalho e de princípios de raciocínio que, nalguns casos, lhes são próprios.

Cada um dos três Temas propostos para o 10º ano tem, como ponto de partida, uma questão problemática, com a qual se pretende:

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

A proposta de uma questão problemática concreta em nada impede os professores de escolher uma outra questão, 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 listados os conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais previstos para cada um dos Temas;
- 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 questão problemática se interrelaciona com os conteúdos programáticos, assumindo-se, deste modo, como unificadora de uma série de conteúdos programáticos;
- um **quadro de gestão**, que estabelece o tipo e o grau de aprendizagem que se espera venha a ser alcançada pelos alunos nos diferentes assuntos; na primeira coluna são destacados os aspectos particularmente relevantes da matéria, que devem ser alvo de insistência por parte do professor; além disso, este quadro pretende, também, ser uma referência quando se desenvolvam actividades de aprendizagem e de avaliação;
- um **conjunto de documentos complementares**, que reúne cartas de exploração, 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. Para esse efeito, é possível, através da carta de exploração geral do Tema, aceder aos quadros e aos documentos onde os respectivos conteúdos são desenvolvidos.

2.2. ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

O desenvolvimento dos conteúdos conceptuais faz-se de acordo com o entendimento de alguns conceitos considerados fundamentais, de que se salientam os seguintes:

- A Terra, quando comparada com os outros planetas telúricos, apresenta características que a tornam única, tais como o seu tamanho e a distância em relação ao Sol. Ela é suficientemente grande para reter uma atmosfera e uma hidrosfera.
- A atmosfera é um fino invólucro gasoso que se desloca facilmente e que está continuamente a interagir com os oceanos, com o solo e que é indispensável para a vida. Compõe-se de 78% de azoto, 21% de oxigénio e de quantidades mínimas de outros gases, o que a torna única no Sistema Solar.
- A massa total de água à superfície da Terra constitui a hidrosfera, outra característica que torna o planeta singular. A água move-se num enorme ciclo, desde o oceano até à atmosfera. A amplitude térmica da Terra permite a existência, na sua superfície, de água no estado sólido, líquido e gasoso. A água permitiu o aparecimento e evolução da vida, pelo que todos os seres vivos estão dependentes dela.
- A zona da Terra correspondente aos ecossistemas naturais que se desenvolvem no seio dos mares ou à superfície dos continentes pode definir-se como biosfera. Embora tratando-se de uma camada relativamente pequena quando comparada com outras camadas da Terra, ela representa uma força geológica importantíssima a actuar à superfície. A atmosfera e a hidrosfera são agentes vitais na manutenção de uma temperatura adequada à maior parte da vida na biosfera.
- Se a Terra não tivesse nem uma hidrosfera, nem uma atmosfera, os continentes e as bacias oceânicas salientar-se-iam, mesmo assim, como as características principais da superfície do planeta. Sendo as mais evidentes divisões geográficas da superfície da Terra são, também, manifestações de diferenças fundamentais na estrutura, composição e história geológica das rochas no seu interior.
- Os continentes são constituídos por três componentes estruturais fundamentais: escudos, plataformas estáveis e cadeias de montanhas dobradas. Todos eles mostram a mobilidade da crosta terrestre.
- As bacias oceânicas ocupam 2/3 da superfície da Terra e os seus fundos são caracterizados por uma topografia espectacular. Cristas oceânicas, fundos abissais, montanhas submarinas, fossas e margens continentais. Os fundos oceânicos contêm a chave da evolução da crosta terrestre.
- As placas tectónicas que compõem a camada externa sólida da Terra movem-se umas em relação às outras em resposta às correntes de convecção que se desenvolvem sob elas. A actividade geológica de maior escala, tal como os sismos e os vulcões, ocorre nos limites destas placas.
- A Terra apresenta os seus materiais separados e concentrados em camadas, de acordo com a sua densidade. Essa diferenciação, quando estudada à luz da composição, determina a identificação de três unidades distintas: crosta, manto e núcleo.

- As camadas internas fundamentais, quando vistas na perspectiva das propriedades físicas, são a litosfera, a astenosfera, a mesosfera e o núcleo. O movimento relativo destas unidades torna a Terra um planeta dinâmico e em constante transformação.

Tendo em consideração o “modus operandi” das ciências geológicas, salientou-se este conjunto de conceitos julgados básicos e essenciais que visam, em resumo, apoiar um estudo mais detalhado da Geologia e proporcionar uma visão geral do nosso planeta. Pretende-se, assim, estruturar uma discussão sobre o modo como a Terra se terá formado, especular sobre como é que ela tem vindo a mudar ao longo dos milhões de anos da sua história, examinar e deduzir a natureza de alguns processos geológicos que nela ocorrem em grande escala.

Pode dizer-se que se trata de uma “viagem” que parte da mais elementar compreensão do ciclo das rochas, de como se forma cada um dos três tipos nele intervenientes, passando pela noção de tempo geológico, pela tectónica de placas e seu relacionamento com sismos, vulcões e formação de cadeias montanhosas, pelos processos que transformam as paisagens e esculpem a superfície da Terra, até à exploração dos recursos naturais e à evolução das formas vivas.

E daqui deve sair reforçada a ideia de que o comportamento do ar, da água e dos seres vivos determina, à superfície, processos de meteorização, de erosão, de transporte e de deposição, dando-lhe a forma que todos conhecem. No entanto, essa forma influencia todos estes processos uma vez que a posição dos continentes, a posição relativa da terra e do mar, a altura e morfologia das montanhas afectam a acção dos ventos e das correntes de água. Em síntese, parece imprescindível olhar a Terra como um sistema muito especial, único e interactivo.

TEMA I

A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS

A. TEMA I - A GEOLOGIA, OS GEÓLOGOS E OS SEUS MÉTODOS

. O que é a Geologia?

É uma das Ciências da Terra que diz respeito ao estudo de tudo o que nela existe, nomeadamente, a sua origem, a sua história e a sua dinâmica.

. Quem são os geólogos?

São os cientistas que estudam a Terra.

. O que estudam os geólogos?

A palavra chave do seu trabalho é “mudança”. Como a Terra está em permanente mutação, de forma lenta ou rápida, de forma contínua ou esporádica, os geólogos estudam essas mudanças. Eles investigam fenómenos tão diversos 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”.

. Onde trabalham os geólogos?

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.

. De que métodos se servem os geólogos?

Todos os processos que são estudados em Geologia obedecem às leis fundamentais da Natureza descobertas pelos físicos, pelos químicos e pelos matemáticos. No entanto, a Geologia é uma ciência especial e essencialmente prática, 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 criar modelos em pequena escala para estudar fenómenos geológicos em larga escala, ou de recorrer aos computadores para criar modelos matemáticos.

. Qual o papel actual dos geólogos na sociedade?

Para além da satisfação da curiosidade intelectual, os geólogos desempenham, nos dias de hoje, um papel relevante na solução de alguns dos mais prementes problemas da

sociedade. A Geologia é solicitada, por exemplo, para indicar a localização de áreas para a deposição de lixo radioactivo e outros, para determinar a utilização de terras por parte das populações, para o fornecimento adequado de água, para intervir no planeamento de grandes obras de engenharia, bem como para prever a existência e localização de novas áreas para a exploração de recursos naturais.

Procurar evitar e saber lidar de forma eficiente com as catástrofes naturais, bem como fornecer indicações sobre o sistema global, nomeadamente as mudanças climáticas, são outras das inúmeras responsabilidades que caem sobre os geólogos dos nossos dias.

. Porquê estudar Geologia?

Para além dos múltiplos aspectos educativos e do papel que desempenha a nível da sociedade, é fundamental 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.

A1. Objectivos didácticos

- Rever concepções adquiridas em anos anteriores.
- Reforçar conceitos considerados estruturantes no conhecimento geológico.
- Caracterizar as Ciências da Terra através da identificação dos seus métodos próprios de investigação e dos seus princípios básicos de raciocínio.
- Reconhecer a importância das controvérsias e rupturas conceptuais na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a Ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos.

A2. Questão problemática

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 dinossáurios, problema para o qual têm vindo a ser propostos diferentes modelos explicativos.

Através da introdução desta questão como fio condutor do 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 delas 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.

A3. Desenvolvimento programático do Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos

O desenvolvimento programático do Tema I resulta da identificação, na área das Ciências da Terra, de quatro conceitos estruturantes.

- O Sistema Terra como 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 (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, 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.

Como se chegou a estes conceitos estruturantes?

As vias que contribuíram para a definição dos referidos conceitos estruturantes foram essencialmente duas:

i) investigações realizadas no âmbito da Didáctica da Geologia têm permitido identificar as concepções prévias dos alunos que com mais frequência dificultam as aprendizagens;

ii) por sua vez, a História da Geologia também permite identificar os conceitos e teorias que, no passado, constituíram um obstáculo à construção e evolução do conhecimento geológico.

Tendo em conta que “a elaboração dos (...) programas deverá ter em consideração as aprendizagens essenciais efectuadas pelos alunos durante a escolaridade básica”³, bem 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”³ e, finalmente, “prever, para o 10º ano, consoante os conceitos e competências atrás referidos, um módulo um ou uma previsão de tempos, na gestão do programa, que

³ DES-ME, Orientações para a elaboração dos programas, Lisboa, Janeiro-2000.

asseguem a actualização ou facilitem a aquisição desses conceitos essenciais”³, estruturou-se o **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, actualiza e, por vezes, reforça conceitos essenciais.

O estudo do mundo natural faz-se, concretamente, a partir dos quatro subsistemas da Terra (**geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera**) e das suas interacções, considerando as transições de matéria e energia, bem como a sua influência na vida quotidiana do Homem e do ambiente em geral.

As **rochas**, agregados naturais de matéria, agrupam-se, basicamente, de acordo com o seu processo de formação: as **rochas magmáticas** ou **ígneas**, que solidificam a partir de material fundido oriundo do interior da Terra; as **rochas sedimentares**, que são agregados de fragmentos de rochas preexistentes, de qualquer natureza, a maioria das vezes compactadas e cimentadas; as **rochas metamórficas**, que têm a sua origem a partir de qualquer tipo de rocha, cuja composição química se altera por acção do calor, pressão ou reacções químicas no interior da Terra. O **ciclo das rochas** resume a transformação contínua das rochas de um tipo noutra, através dos tempos.

O exame das rochas existentes e a observação dos processos que operam na Terra actual fornecem aos geólogos pistas para interpretar o passado. O estudo da composição das rochas, como, quando, onde e quanto tempo demoraram a formar-se, permite construir uma ideia da **idade das rochas**. Os fragmentos produzidos pela meteorização e pela erosão das rochas são, regra geral, depositados em camadas ou estratos, os quais, ao longo de milhões de anos, são comprimidos de forma a originarem rochas sedimentares. À medida que os estratos se vão acumulando, forma-se um conjunto em que as rochas mais antigas estão por baixo e as mais recentes se encontram por cima. Este facto é conhecido como o **princípio da sobreposição**. As camadas de rochas não só contêm um registo do passado, mas a sua posição na sequência permite aos geólogos descobrir a ordem cronológica dos acontecimentos passados. Esta **datação relativa**, complementada pelo estudo dos fósseis contidos nas camadas sedimentares, tem sido aperfeiçoada e actualizada por meio de métodos baseados na desintegração, mais ou menos rápida, de elementos radioactivos das rochas, constituindo a designada **datação absoluta**.

Até meados do século XVIII, a maior parte das pessoas acreditava que a evolução geológica da Terra se tinha realizado por meio de uma série de imensas catástrofes, tais como erupções vulcânicas, sismos monumentais e inundações devastadoras. Esta crença, conhecida por **catastrofismo**, atribuía à Terra apenas alguns milhares de anos de existência e era utilizada para explicar todas as características geológicas do planeta. Durante a última parte do século XVIII, o naturalista escocês James Hutton (1726-1797) propôs que os processos de alteração da Terra em pequena escala, que qualquer pessoa podia observar durante o decorrer da sua vida, deviam ter operado de modo semelhante através da história do planeta.

Esta hipótese, denominada posteriormente **uniformitarismo**, pressupunha, então, que a Terra fosse muito mais velha, o que veio a ser aceite, após acesos debates, por volta de 1830. James Hutton afirmou que “o presente é a chave do passado”, e hoje os geólogos reconhecem que o actual aspecto da Terra é o resultado de milhões de anos dos mesmos processos físicos, embora actuando, provavelmente, em graus variáveis. Os geólogos sabem, contudo, que alguns acontecimentos geológicos são realmente catastróficos e que muitas alterações no planeta ocorrem durante breves, mas espectaculares momentos. Recorde-se, então, uma ou duas hipóteses justificativas da extinção dos dinossáurios: impacte meteorítico ou vulcanismo, por exemplo.

A moderna teoria das **placas tectónicas** afirma que a litosfera é composta por 7 placas maiores e uma dúzia ou mais de placas menores, que se movem em resposta ao fluxo da astenosfera sob elas. As placas movem-se, umas em relação às outras, de três maneiras diferentes: afastando-se, por **divergência**; umas contra as outras, por **convergência**; em direcções opostas, deslizando uma ao longo da outra, por **falhas transformantes**. As placas divergentes provocam a formação de nova litosfera oceânica e a expansão dos fundos oceânicos; a convergência de placas, de acordo com o seu tipo, gera subducção ou, no caso de colisão de placas continentais, levantamento dos seus bordos. A actividade geológica de maior escala, como os sismos e os vulcões, ocorre nos limites das placas tectónicas. A força que está na origem do movimento das placas tectónicas parece residir nas células de convecção no interior do manto da Terra. Perto da superfície, as correntes de convecção arrastam consigo as placas litosféricas, como se as mesmas fossem transportadas sobre um tapete rolante. Os continentes e oceanos, transportados sobre as placas tectónicas e que dão a configuração actual do planeta, são testemunho de um passado muito diferente, sem o qual não se afigura possível entender a história da vida.

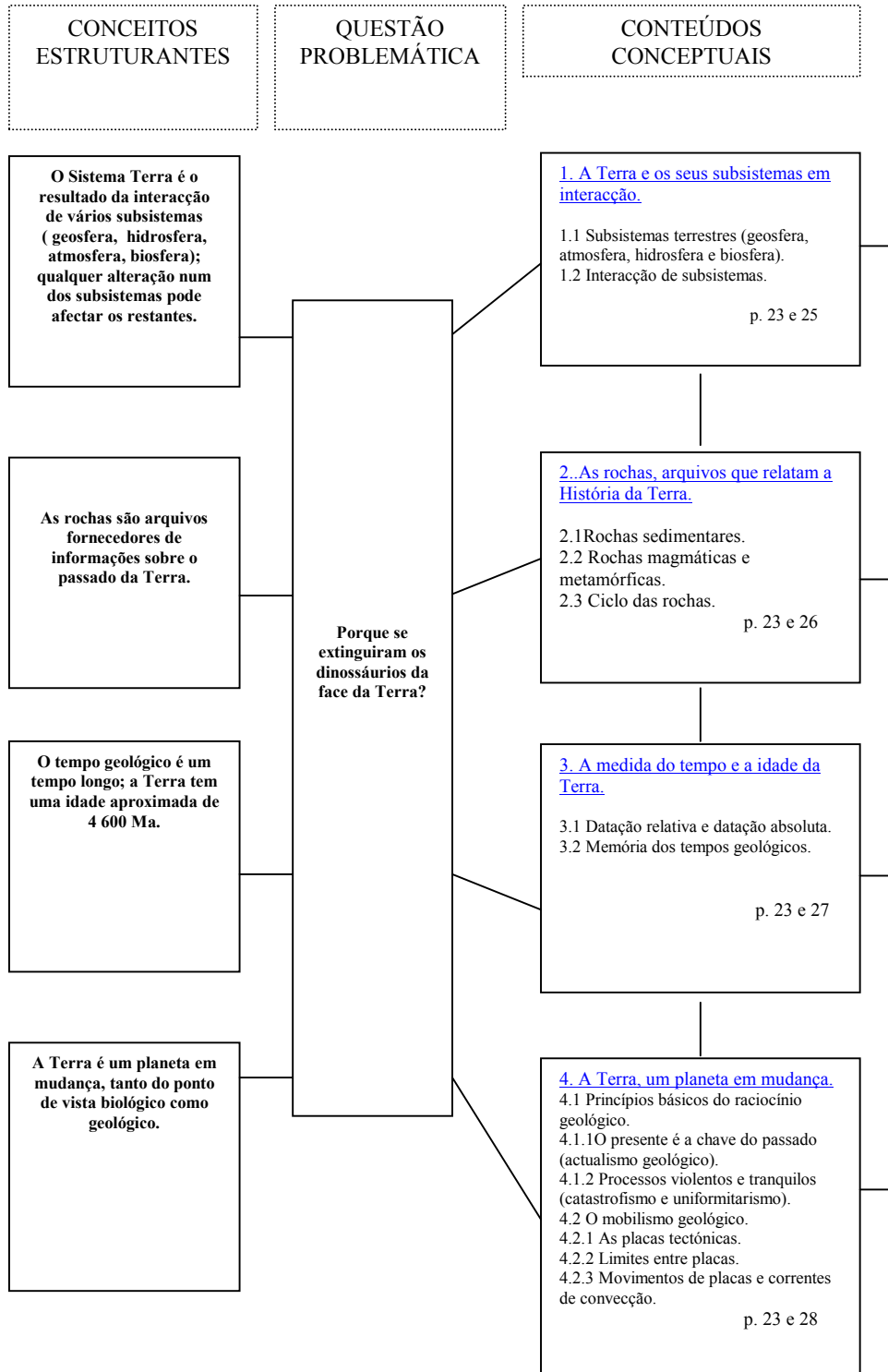
Importa, pois, reforçar que a **principal finalidade do Tema I** não é o da introdução de novos conceitos, mas sim o de recordar ou estruturar conhecimentos considerados fundamentais e que já deveriam ter sido adquiridos anteriormente. A questão problemática apresentada inicialmente pode facilitar uma avaliação diagnóstica, cujos resultados podem, eventualmente, conduzir ao desenvolvimento de estratégias de superação.

Quadro 1A – Conteúdos programáticos do Tema I

Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
<p>Apresentação de uma questão problemática.</p> <p>1. A Terra e os seus subsistemas em interacção.</p> <p>1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera).</p> <p>1.2 Interacção de subsistemas.</p> <p>2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra.</p> <p>2.1 Rochas sedimentares.</p> <p>2.2 Rochas magmáticas e</p>	<p>Identificar elementos constitutivos das questões problemáticas.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando</p>	<p>Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista.</p> <p>Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.</p> <p>Admitir a investigação científica como uma via legítima de resolução de problemas.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>

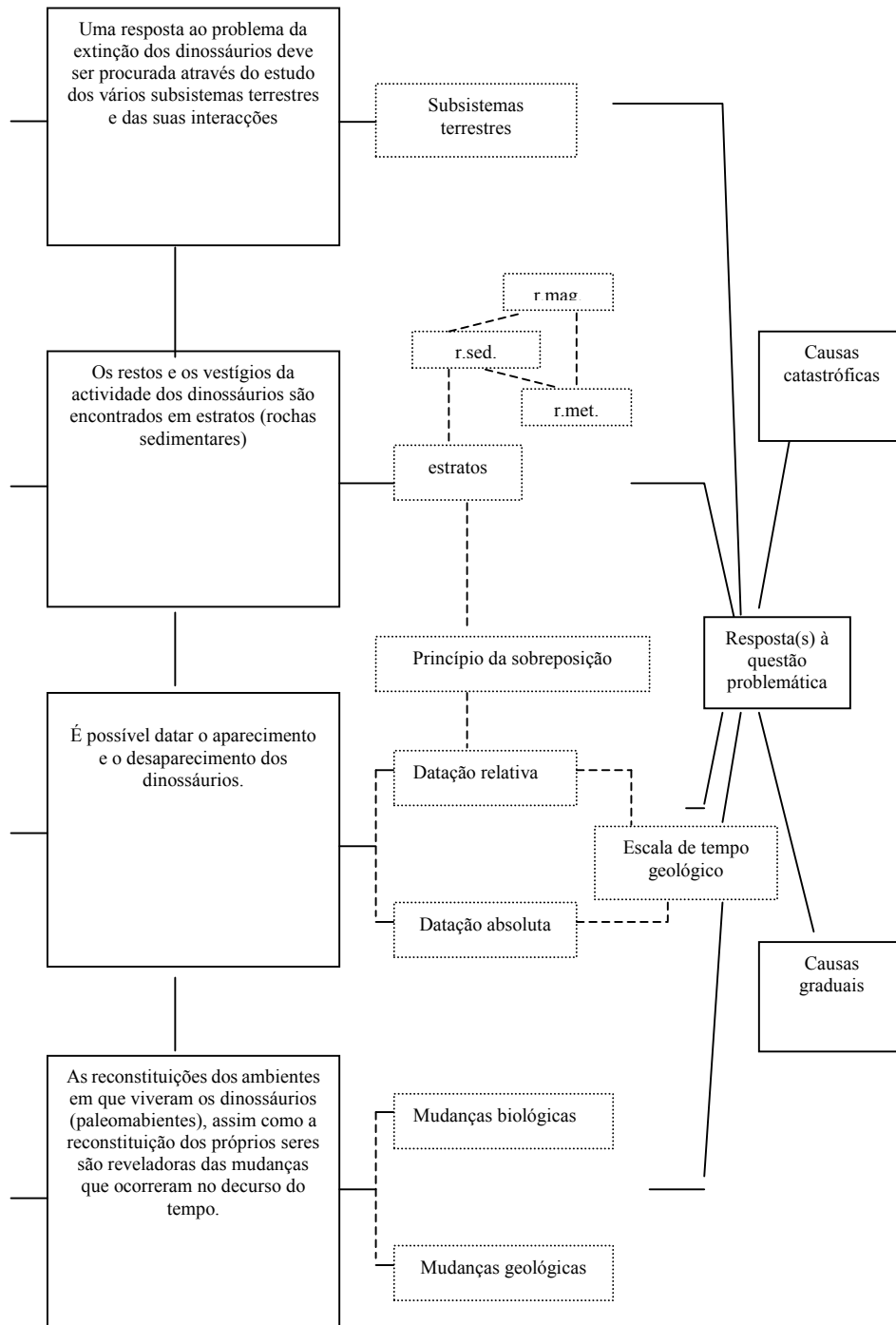
<p>metamórficas. 2.3 Ciclo das rochas.</p> <p>3.A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Datação relativa e datação absoluta. 3.2 Memória dos tempos geológicos.</p> <p>4. A Terra, um planeta em mudança.</p> <p>4.1 Princípios básicos do raciocínio geológico. 4.1.1 O presente é a chave do passado (actualismo geológico). 4.1.2 Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo). 4.2 O mobilismo geológico. 4.2.1 As placas tectónicas. 4.2.2 Limites entre placas. 4.2.3 Movimentos de placas e correntes de convecção.</p>	<p>e tratando informação.</p> <p>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.</p>	
---	---	--

A4. CARTA DE EXPLORAÇÃO GERAL DO TEMA I



Nota: Esta página e a seguinte formam um único quadro, devendo ser lidas em simultâneo. Para isso devem ser colocadas uma ao lado da outra, de modo que as linhas da direita desta página tenham continuidade nas linhas da esquerda da página seguinte.

RELAÇÕES ENTRE
CONTEÚDOS CONCEPTUAIS
E QUESTÃO PROBLEMÁTICA



Quadro 2A – Gestão do Tema I

Conteúdos conceptuais	Recordar e enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, princípios, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
Apresentação de uma questão problemática				1
<p>1. A Terra e os seus subsistemas em interação.</p> <p>1.1 Subsistemas terrestres (geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera). 1.2 Interação de subsistemas.</p>	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 (crosta, manto e núcleo) -Hidrosfera -Sistema Terra	1
<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>A existência de diferentes tipos de rochas (sedimentares, magmáticas e metamórficas), fornecendo todas elas informações sobre o passado da Terra.</p> <p>O facto das rochas sedimentares se disporem habitualmente em estratos e serem as mais comuns à superfície da Terra.</p> <p>A contínua formação, destruição e reciclagem das rochas – ciclo das rochas.</p>	<p>Uma caracterização pormenorizada dos diferentes tipos de rochas e dos seus respectivos ambientes de formação.</p> <p>A referência, no ciclo das rochas, aos seus subciclos.</p>	-Estrato -Rocha sedimentar -Rocha magmática -Magma -Rocha metamórfica -Ciclo das rochas	1
<p>3. A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1 Datação relativa e datação absoluta. 3.3 Memória dos tempos geológicos.</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.	A memorização das designações atribuídas às diferentes divisões ou, inclusivamente, a sua duração temporal.	-Fóssil -Princípio da sobreposição -Idade relativa e idade absoluta -Escala do tempo geológico	1
<p>4. A Terra, um planeta em mudança</p>	O reconhecimento de princípios de raciocínio e	A ideia de que existem, sempre, modelos explicativos	-Actualismo geológico	2

<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/ou uniformitarismo).</p> <p>4.2 O mobilismo geológico.</p> <p>4.2.1 As placas tectónicas.</p> <p>4.2.2 Limites entre placas.</p> <p>4.2.3 Movimento de placas e correntes de convecção.</p>	<p>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 da 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>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>-Catastrofismo</p> <p>-Uniformitarismo</p> <p>-Teoria da Tectónica de placas - placa tectónica, limites convergentes (subducção/colisão), limites divergentes (rifte/expansão), falhas transformantes, litosfera, astenosfera e correntes de convecção.</p> <p>-Extinção</p>	
--	--	---	---	--

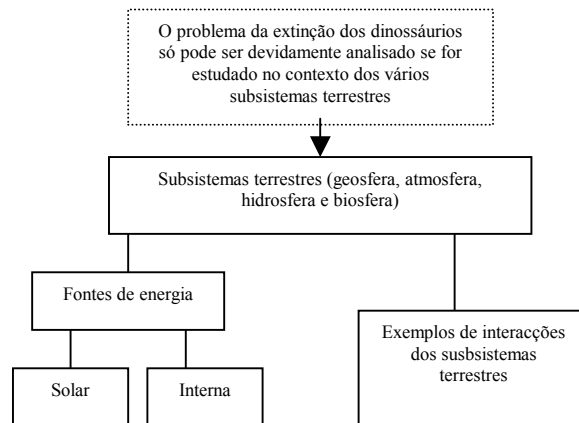
DOC. 1. A Terra, um planeta formado por vários subsistemas em interação

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

A Terra, pequeno planeta isolado e vulnerável suspenso no vazio do espaço, é um sistema dinâmico que troca energia com o exterior, mas que não troca matéria com os seus vizinhos. 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.

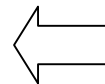
O nosso planeta é, pois, um sistema único e interactivo que, tal como numa fotografia tirada do espaço, deve ser visto de um modo global. Uma alteração num dos subsistemas causa, necessariamente, algures, uma alteração no sistema global e, por isso, o ambiente em que vivemos depende do envolvimento de todos eles – geosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. Também o problema da extinção dos dinossáurios 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.



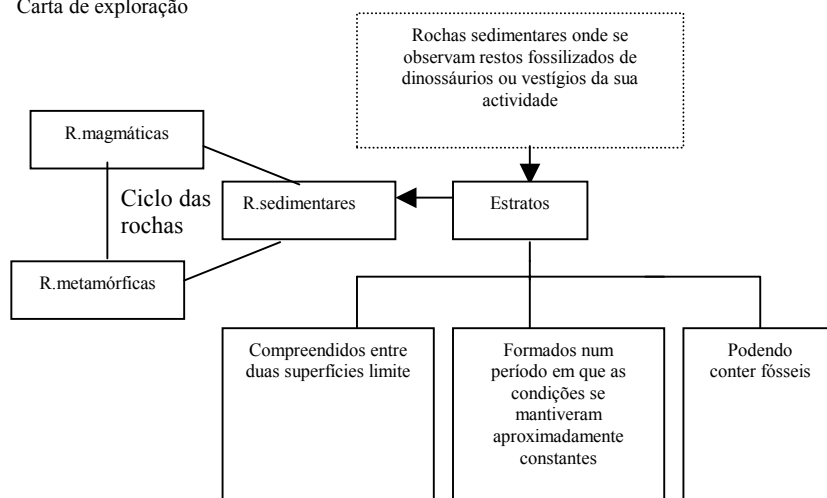
Regressar à carta de exploração geral – p.21

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 dinossáurios 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

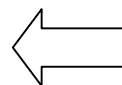
Sugere-se para este tema a realização de uma actividade experimental enquadrada por um episódio da História da Geologia.

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 detritico (areias com granulometrias e cores diferentes) podem ser ensaiadas e discutidas diversas situações.



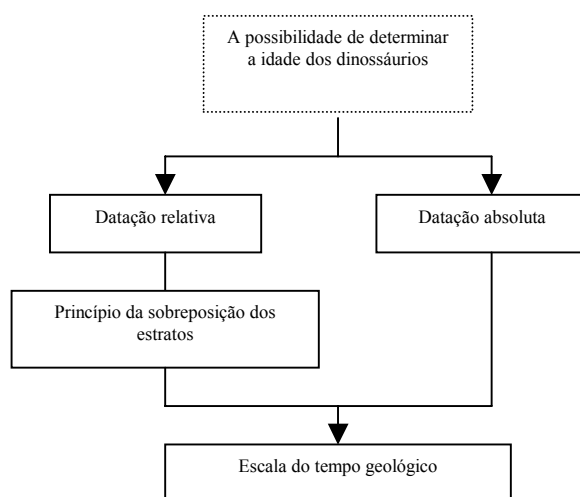
Regressar à carta de exploração geral – p.21

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 dinossáurios pode ser determinada através de uma datação relativa ou de uma datação absoluta 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



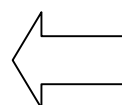
C. Sugestões metodológicas

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.

Defensor do modelo de um planeta em arrefecimento, Kelvin calculou, unicamente com base em dados físicos, 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 absoluta, à idade da Terra fosse atribuído um valor de 4 600 Ma.

São diversas as questões que podem ser abordadas a partir deste exemplo: Porque 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 dinossáurios 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 dinossáurios, 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?



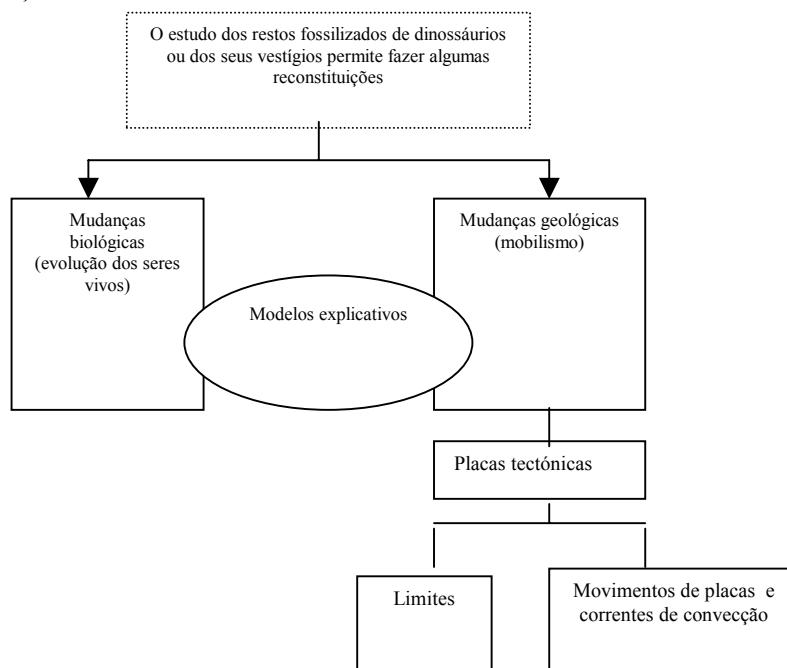
Regressar à carta de exploração geral – p.21

DOC. 4. A Terra, um planeta em mudança

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Os dinossaúrios 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 da causas lentas e graduais. Para muitos, esse tempo imenso poderia ter sido interrompido por catástrofes violentas.

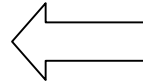
Georges Cuvier (1769-1832) foi um dos principais defensores do catastrofismo geológico, tendo considerado que a Terra esteve sujeita, com uma certa regularidade, a súbitas e violentas alterações que teriam provocado a extinção da fauna e da flora existentes. A estes períodos de extinção seguir-se-iam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

C3. Relacionada com as correntes de convecção pode desenvolver-se uma actividade simples que permite a confrontação de algumas hipóteses. Nesta actividade devem comparar-se duas situações que resultam de dois procedimentos: (i) introduzir, com a pipeta de Pasteur, água corada fria em água quente contida num copo graduado e (ii) introduzir, com uma pipeta de Pasteur, água corada quente em água fria contida num copo graduado. Observar os movimentos da água corada, compreender esses movimentos e relacioná-los com as correntes de convecção. Nota: para esta actividade é necessário o seguinte material - água corada fria/água corada quente, água fria, água quente, copos graduados e pipetas de Pasteur.



Regressar à carta de exploração geral – p.21

TEMA II
A TERRA NO ESPAÇO

B. TEMA II – A TERRA NO ESPAÇO

Desde que o nosso planeta foi visto no seu todo por astronautas a partir da Lua, as fotografias obtidas puderam transmitir-nos uma enorme sensação de beleza e pequenez, mostrando-nos o notável contraste entre a desolação da superfície lunar – cinzenta, monótona e estática, 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 de aparência frágil, 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 – compreender que 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.

B1. Objectivos didácticos

- Reconhecer que a Terra, um planeta entre muitos outros, faz parte de um Universo em evolução.
- Compreender a importância do estudo de outros corpos planetários para o melhor conhecimento do nosso planeta.
- Avaliar potenciais ameaças para o futuro do Sistema 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.

B2. Questão problemática

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.

B3.Desenvolvimento programático do Tema II – A Terra no espaço

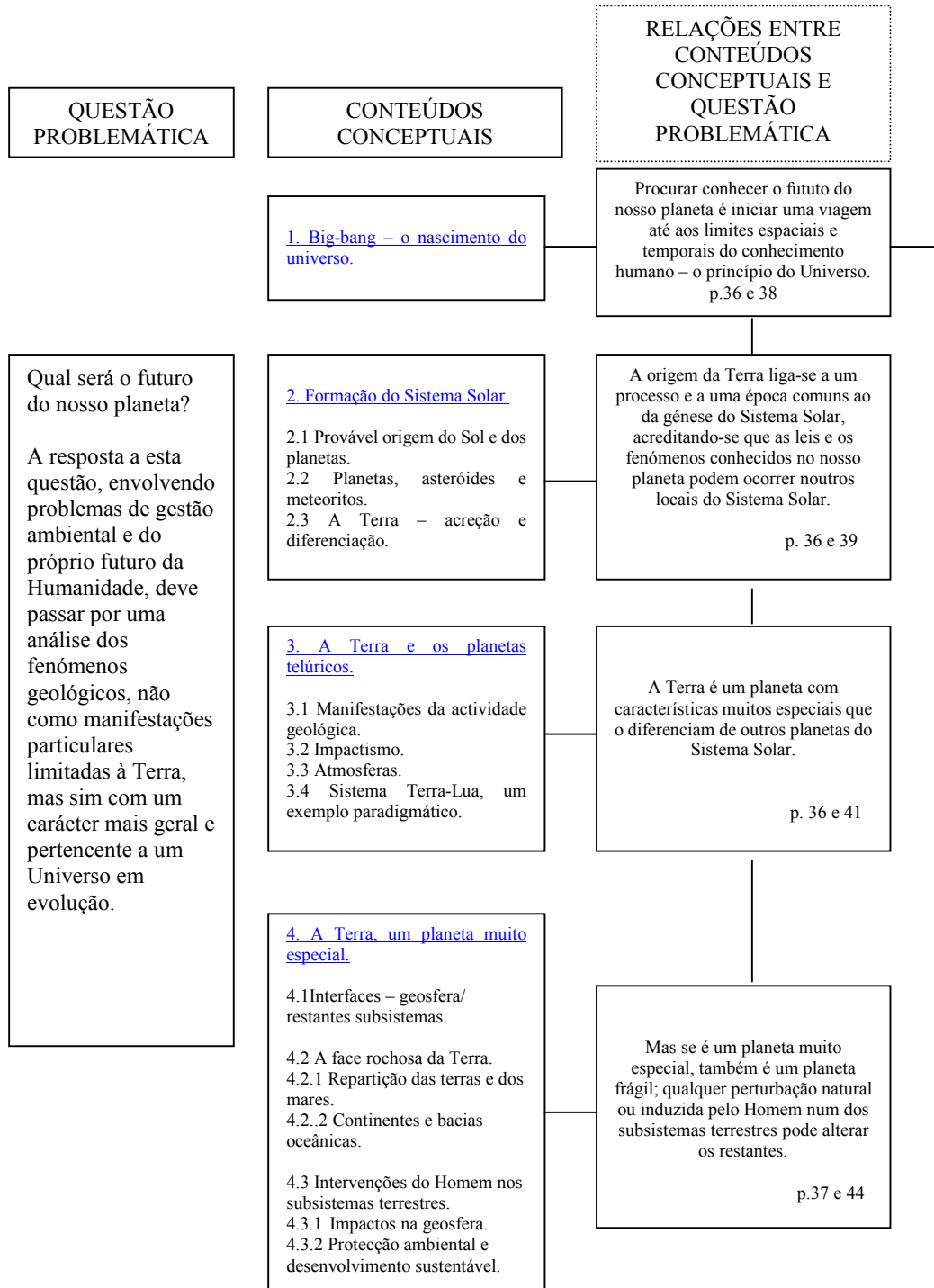
A Terra é um pequeno planeta do Sistema Solar, o local do Universo onde teve a sua origem e o seu desenvolvimento. Com a forma de uma esfera achatada nos polos e com um raio médio de 6371 km, descreve uma órbita elíptica, em sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, a cerca de 150 milhões de km à volta de uma estrela de tamanho médio, o Sol. Apesar de a sua dimensão relativamente pequena, a Terra está perfeitamente posicionada para receber apenas a quantidade certa de energia radiante do Sol necessária para sustentar a vida. Devido à sua composição e passado geológico, a Terra produziu um invólucro de água e uma atmosfera protectora que têm sustentado inúmeros seres vivos ao longo de milhões de anos.

Quadro 1B – Conteúdos programáticos do Tema II

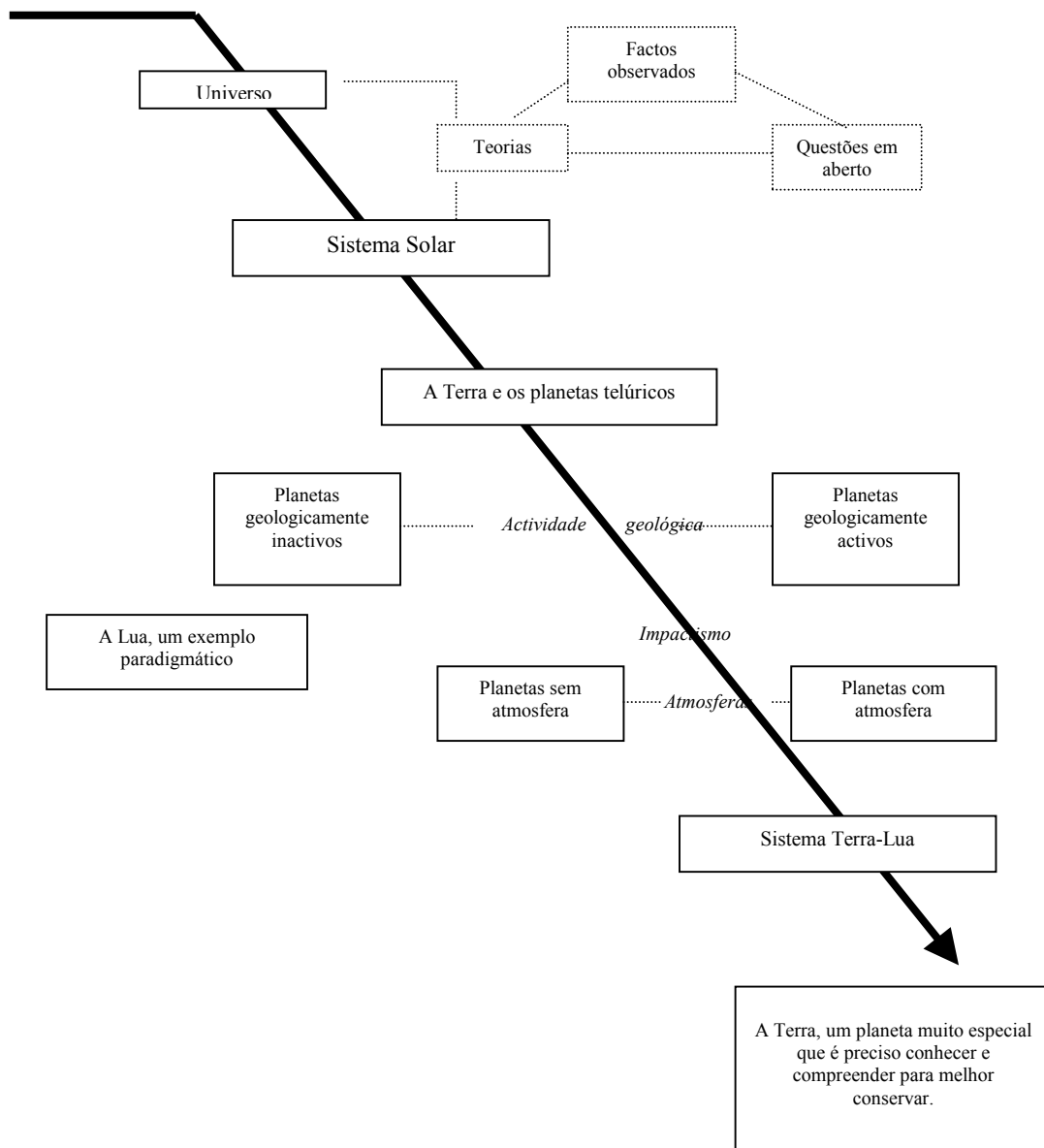
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
<p>Apresentação de uma questão problemática.</p> <p>1. Big-bang – o nascimento do universo.</p> <p>2. Formação do Sistema Solar.</p> <p>2.1 Provável origem do Sol e dos planetas.</p> <p>2.2 Planetas, asteróides e meteoritos.</p> <p>2.3 A Terra – acreção e diferenciação.</p> <p>3. A Terra e os planetas telúricos.</p> <p>3.1 Manifestações da actividade geológica.</p> <p>3.2 Impactismo.</p> <p>3.3 Atmosferas.</p> <p>3.4 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático.</p> <p>4. A Terra, um planeta muito especial.</p> <p>4.1 Interfaces – geosfera/ restantes subsistemas.</p> <p>4.2 A face rochosa da Terra.</p> <p>4.2.1 Repartição das terras e dos mares.</p> <p>4.2..2 Continentes e bacias oceánicas.</p>	<p>Identificar elementos constitutivos das questões problemáticas.</p> <p>Problematizar e formular hipóteses.</p> <p>Testar e validar ideias.</p> <p>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Utilizar diferentes formas de comunicação oral e escrita.</p> <p>Elaboração de cartas de risco, a nível mundial e a nível do país, assinalando os locais de maior susceptibilidade aos riscos naturais.</p> <p>Consultar legislação sobre a prevenção de riscos naturais.</p>	<p>Manifestar curiosidade e criatividade na formulação de perguntas e hipóteses.</p> <p>Valorizar o meio natural e os impactos de origem humana.</p> <p>Apreciar a importância da Geologia na prevenção de impactos geológicos e na melhoria da gestão ambiental.</p> <p>Tomar consciência da necessidade de respeitar as normas legais para diminuir situações de risco.</p> <p>Adoptar atitudes a favor da reciclagem de materiais.</p> <p>Desenvolver novos códigos de conduta.</p>

<p>4.3 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres. 4.3.1 Impactos na geosfera. 4.3.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Analisar imagens e notícias relativas a riscos geológicos. Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.</p>	
---	--	--

B4. Carta de exploração Geral do Tema II



Nota: Esta página e a seguinte formam um único quadro, devendo ser lidas em simultâneo. Para isso devem ser colocadas uma ao lado da outra, de modo que a linha da direita desta página tenha continuidade na linha da esquerda da página seguinte.



Quadro 2B – Gestão do Tema II

Conteúdos conceptuais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, princípios, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Número de aulas previstas
Apresentação de uma questão problemática				1
1. Big-bang – o nascimento do Universo.	<p>Alguns aspectos relacionados com a natureza do conhecimento científico.</p> <p>A importância dos avanços tecnológicos na confirmação, reformulação ou rejeição de teorias científicas.</p>	<p>Que os alunos considerem o Big-bang como uma teoria científica terminada que traduz uma realidade.</p>	<p>-Teoria científica</p> <p>-Teoria do Big-bang</p> <p>-Galáxias</p> <p>-Estrelas</p> <p>-Nébulas</p> <p>-Sistemas planetários</p>	1
<p>2. Formação do Sistema Solar.</p> <p>2.1 Provável origem do Sol e dos planetas.</p> <p>2.2 Planetas, asteróides e meteoritos.</p> <p>2.3 A Terra – acreção e diferenciação.</p>	<p>Alguns aspectos relacionados com a natureza do conhecimento científico.</p> <p>A existência de factos observados com os quais a teoria actualmente aceite é coerente, assim como a existência de outros factos que esta teoria tem dificuldade em explicar.</p> <p>O conhecimento científico é um conhecimento em construção e são vários os factores que o impulsionam.</p>	<p>Que a teoria actualmente aceite para a origem do Sistema Solar seja vista como um modelo terminado que traduz a realidade.</p> <p>Considerar-se que são unicamente os aspectos puramente científicos que impulsionam as investigações científicas.</p> <p>Uma descrição exhaustiva das características planetárias</p>	<p>-Teoria sobre a origem do Sistema Solar. Alguns factos que apoiam a teoria e algumas questões em aberto sobre o Sistema Solar.</p> <p>-Asteróide, cintura de asteróides e meteoritos.</p> <p>-Planetas telúricos e gigantes</p> <p>-Acreção e diferenciação</p>	3
<p>3. A Terra e os planetas telúricos</p> <p>3.1 Manifestações da actividade geológica interna.</p> <p>3.2 Impactismo.</p> <p>3.3 Atmosferas.</p> <p>3.4 Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático.</p>	<p>A existência de planetas geologicamente activos em contraste com planetas geologicamente inactivos.</p> <p>As fontes de energia para a actividade geológica a nível planetário.</p> <p>O reconhecimento de que o impactismo, com formação de crateras, é um processo dominante no Sistema Solar.</p> <p>O facto das crateras de impacto poderem constituir um testemunho do passado.</p> <p>O reconhecimento da origem e dos factores que contribuem</p>	<p>A ideia de que actividade geológica apenas se reduz ao nosso planeta.</p> <p>A caracterização das fontes de energia assim como a pormenorização das manifestações de actividade geológica interna.</p> <p>A referência, com carácter muito descritivo, a estruturas lunares e à sua composição litológica.</p>	<p>-Fontes de energia e actividade geológica</p> <p>-Impactismo e crateras de impacte</p> <p>-Atmosferas primordial e secundária (desgaseificação)</p> <p>-Factores de retenção de uma atmosfera (dimensão, massa e temperatura)</p> <p>-Sistema Terra-Lua, aspectos comuns e não comuns.</p>	4

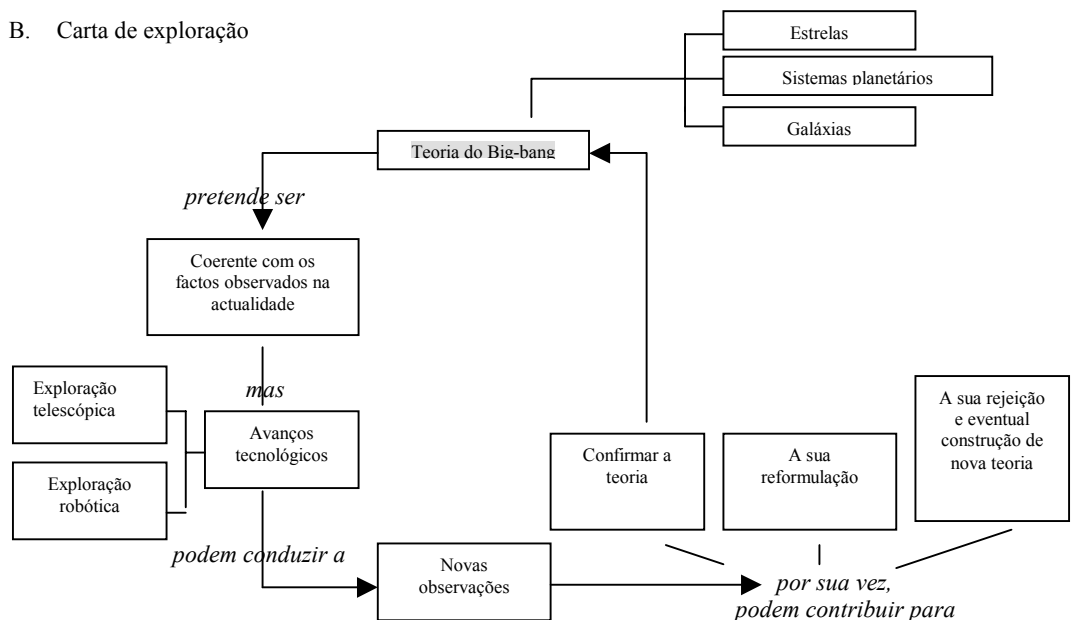
<p>4.A Terra, um planeta muito especial</p> <p>4.1 Interfaces – geosfera/ restantes subsistemas.</p> <p>4.2 A face rochosa da Terra.</p> <p>4.2.1 Repartição das terras e dos mares.</p> <p>4.2.2 Continentes e bacias oceânicas.</p> <p>4.3 Intervenções do Homem nos subsistemas terrestres</p> <p>4.3.1 Impactos na geosfera.</p> <p>4.3.2 Protecção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p>	<p>para a retenção das atmosferas planetárias.</p> <p>O estudo comparativo dos planetas Terra e Lua.</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, indústria e agricultura obtém-se a partir de reservas de carbono não renovável – petróleo, carvão e gás natural – que declinam rapidamente.</p>	<p>Caracterizar exaustivamente cada subsistema, excepto no que respeita aos aspectos morfológicos mais salientes dos continentes e das bacias oceânicas, sobretudo porque estas 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>4</p> <p>4</p>
--	---	--	---	-------------------

Doc.1 . Big- bang – o nascimento do Universo

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

A Cosmologia admite que o Universo terá começado com um muito pequeno e muito quente volume de espaço contendo uma quantidade enorme de energia. Há 15-20 mil milhões de anos, a expansão rápida deste espaço – como se fora uma bola densa, quente e supercompacta que explodisse violentamente -, o Big-bang, deu origem a toda a matéria do Universo. Depois, o Universo começou a expandir-se e a arrefecer, o que continua a acontecer nos dias de hoje. Formaram-se, entretanto, galáxias e enxames de galáxias, individualizaram-se as estrelas e, posteriormente, há cerca de 5 mil milhões de anos, a partir de uma nuvem de gás interestelar ou nébula, tiveram origem os planetas. O Big-bang constitui o nosso horizonte no espaço e no tempo, o instante zero da nossa história, na medida em que assinala o princípio do Universo. Uma vez que toda a matéria e espaço foram criados naquele instante, o Big-bang corresponde, também, ao limite dos nossos conhecimentos.

B. Carta de exploração

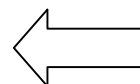


C. Sugestões metodológicas

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

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.



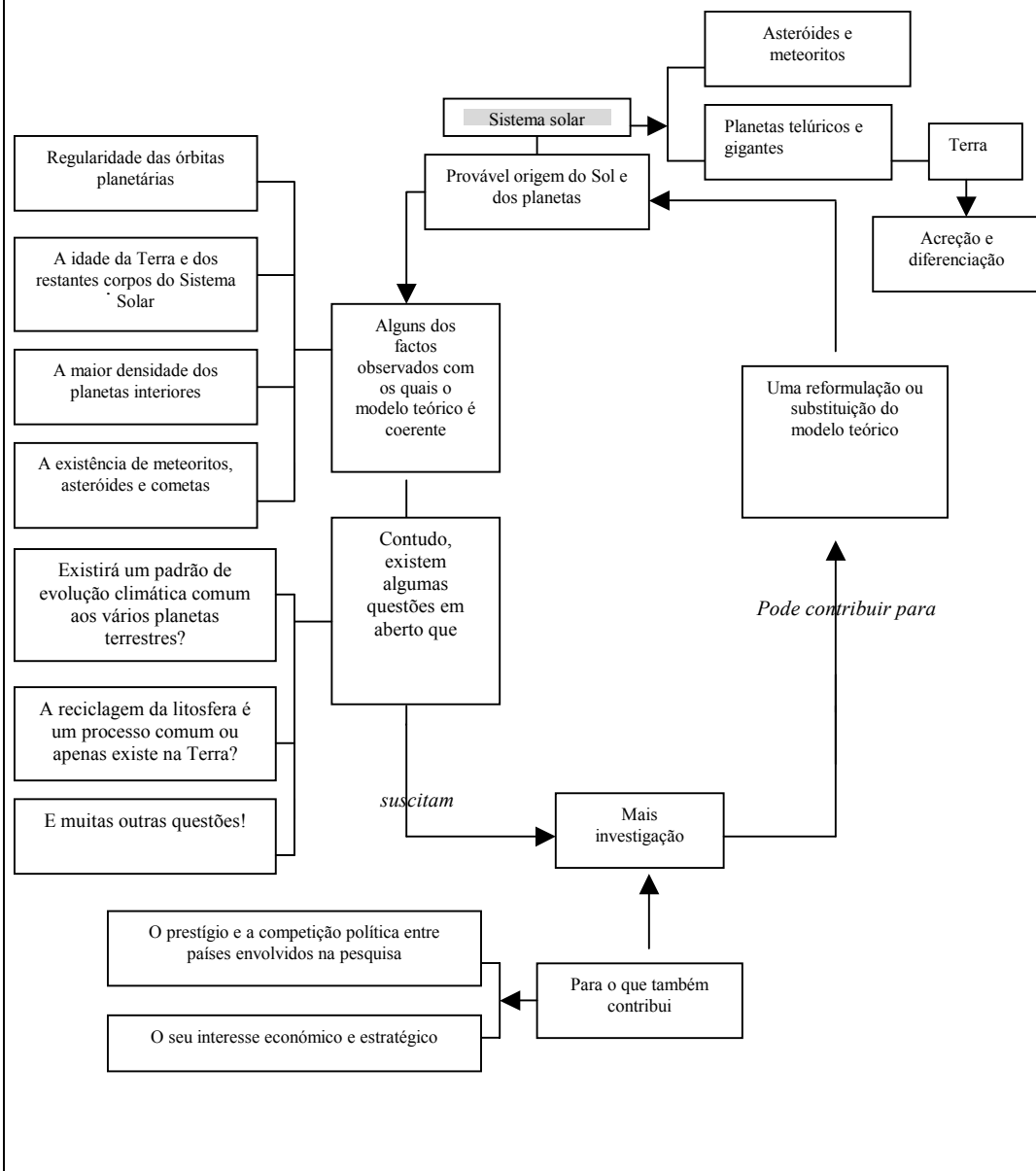
Regressar à carta de exploração geral – p.34

Doc. 2. A Formação do Sistema Solar

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

O nosso 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. A 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. Plutão (e Caronte) e os satélites do Sistema Solar são compostos sobretudo por matéria gelada.

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.

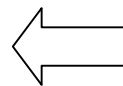
C2. Debates previamente preparados pelos alunos sobre alguns temas como a astrologia e a astrogeologia ou a ética e a exploração espacial, podem também facilitar a integração de vários conceitos, assim como permitir compreender os diversos factores que influenciam o desenvolvimento do conhecimento científico.

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

D. Recursos específicos

- Anguita, F. (1993). *Geologia Planetária*. Madrid: Mare Nostrum. Este livro, especialmente dirigido aos professores do ensino secundário foi fonte de recolha das sugestões C1 e C2. Além das propostas referidas apresenta ainda outras sugestões.

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



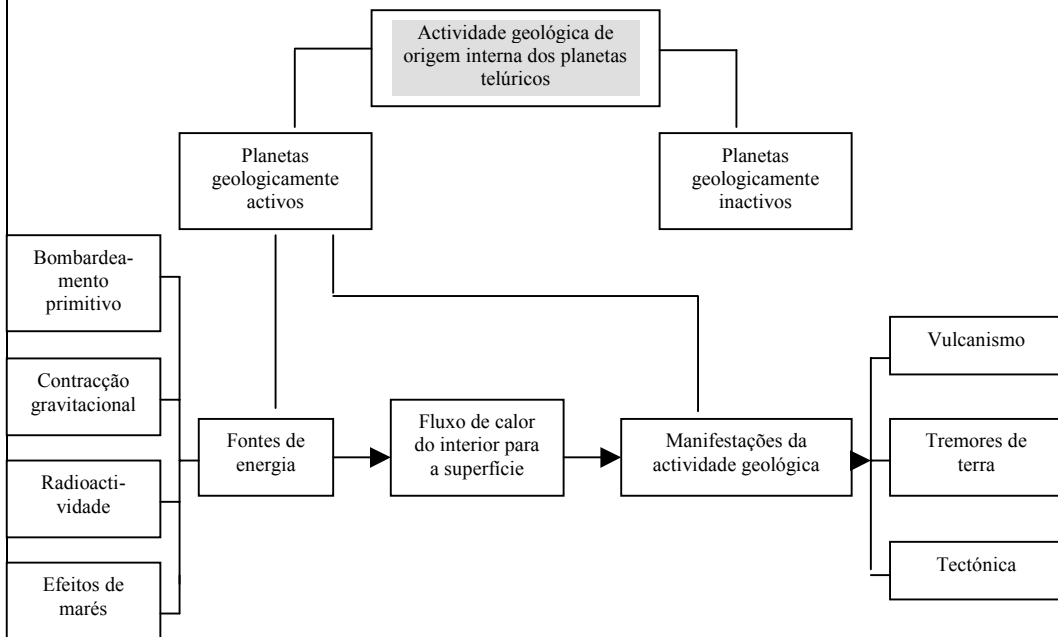
Regressar à carta de exploração geral – p.34

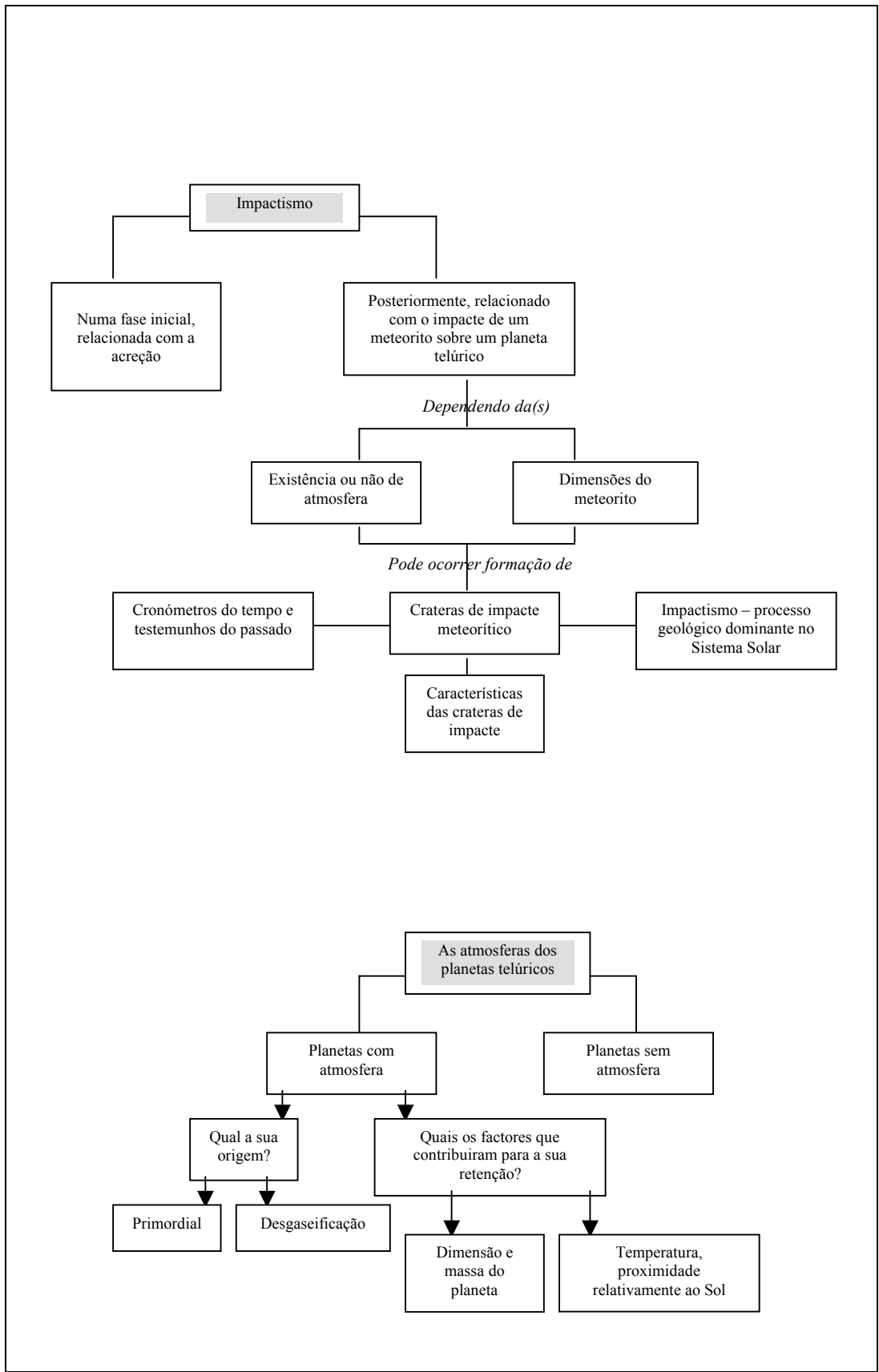
Doc. 3. A Terra e os planetas telúricos

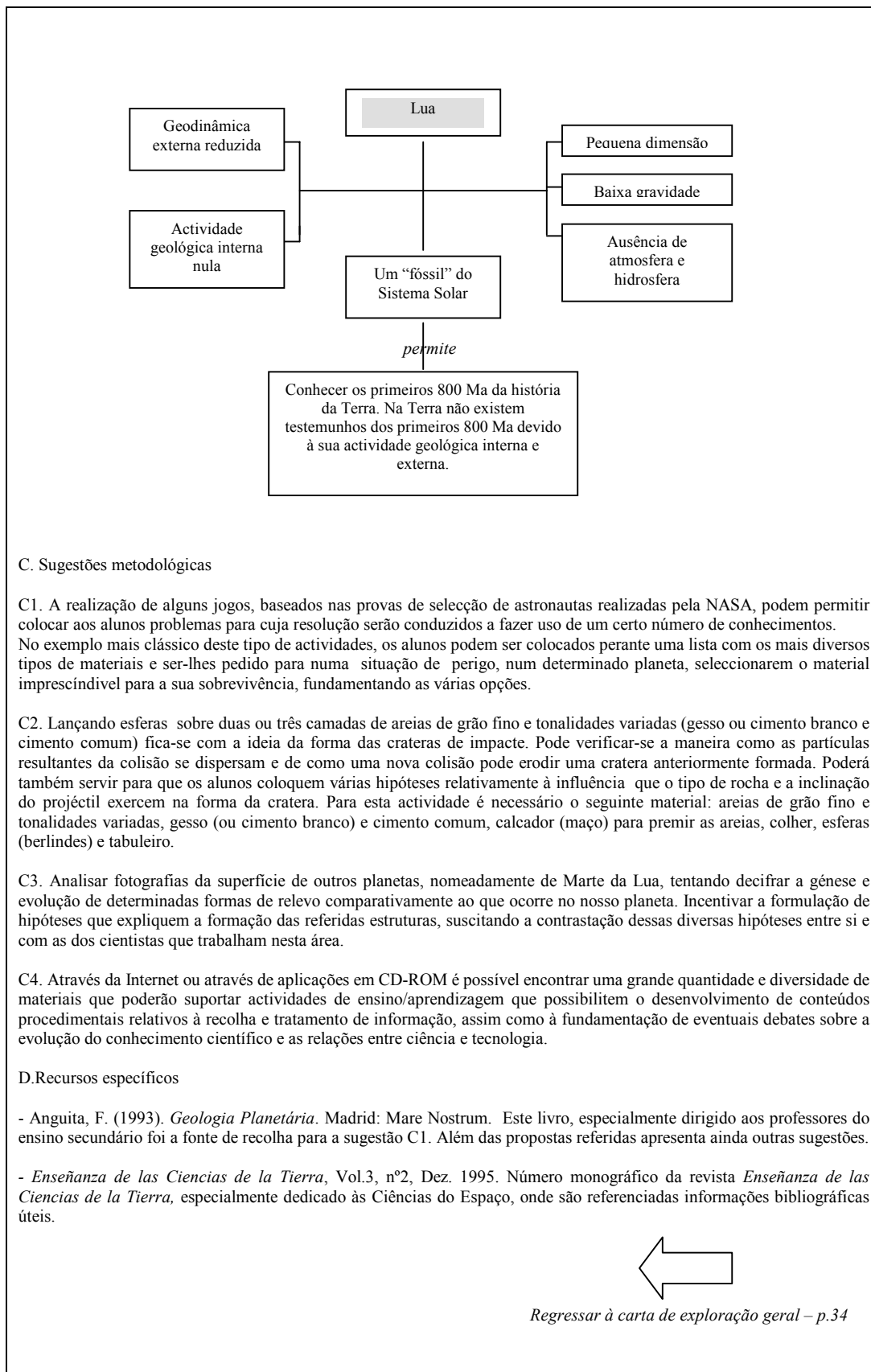
A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

Todos os planetas do Sistema Solar foram criados ao mesmo tempo e a partir da mesma matéria original há 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.

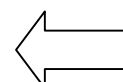
C3. Analisar fotografias da superfície de outros planetas, nomeadamente de Marte da Lua, tentando decifrar a génese e evolução de determinadas formas de relevo comparativamente ao que ocorre no nosso planeta. Incentivar a formulação de hipóteses que expliquem a formação das referidas estruturas, suscitando 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.



Regressar à carta de exploração geral – p.34

Doc. 4. A Terra, um planeta muito especial

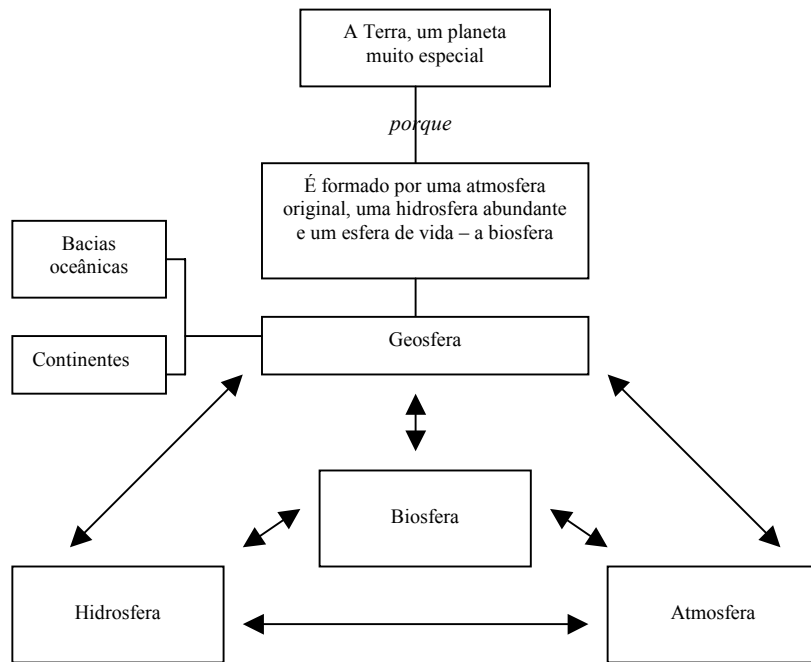
A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

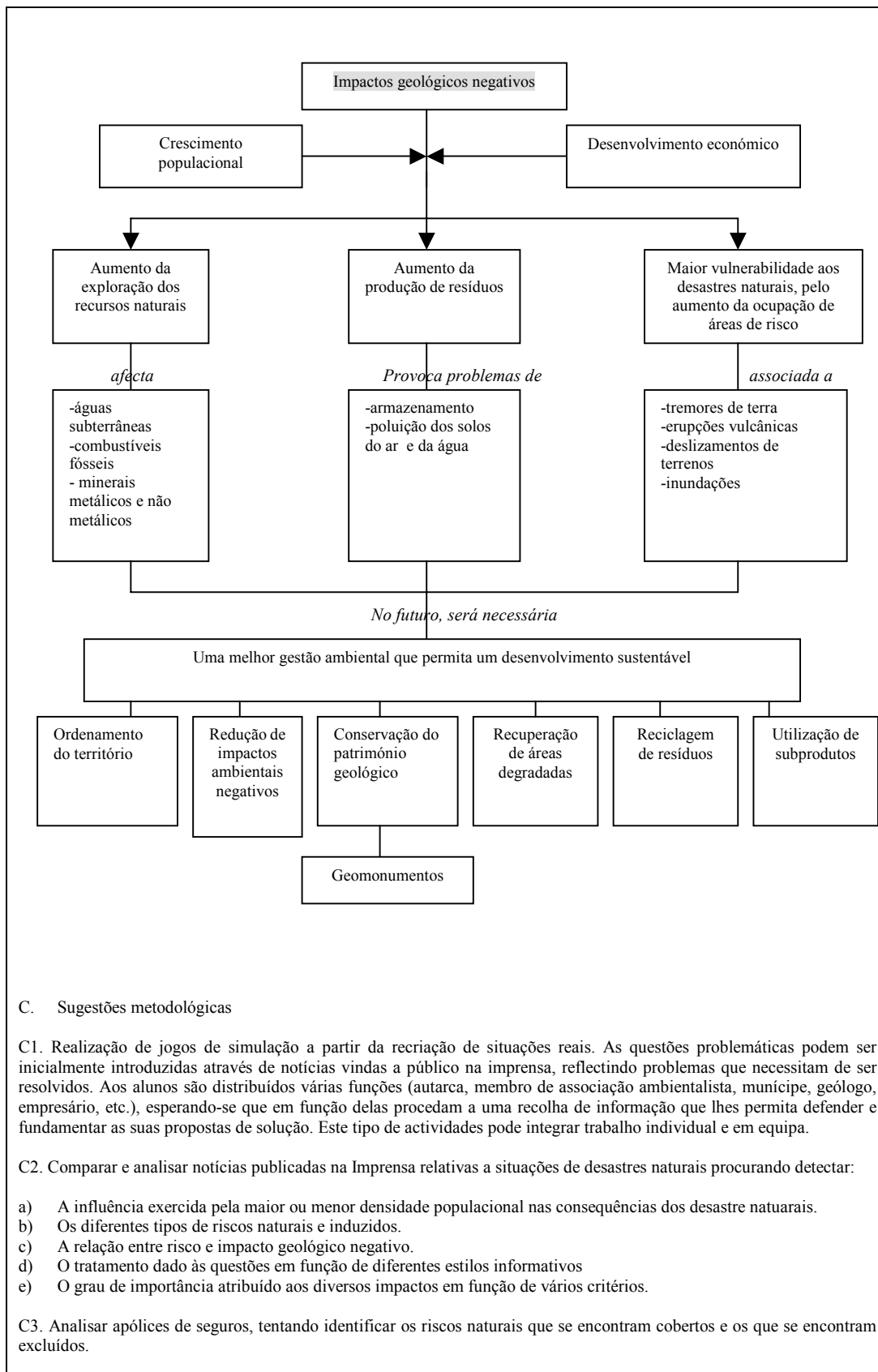
Por que é a Terra tão diferente dos seus vizinhos? Por diversas razões: só ela possui água abundante e mares azuis; uma atmosfera fina e gasosa, rica em oxigénio, com nuvens brancas em turbilhão, que nos mantém quentes, nos protege das radiações prejudiciais do Sol e realiza os ciclos do calor, da água e de elementos químicos; uma crosta dinâmica, formada por terras multicóres, que muda continuamente como resultado do calor interior 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, mas a quantidade de matéria é fixa, uma vez que são nulas 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 questões problemáticas podem ser inicialmente introduzidas através de notícias vindas a público na imprensa, reflectindo problemas que necessitam de ser resolvidos. Aos alunos são distribuídos 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.

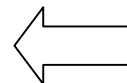
C4. Criar modelos e simular em laboratório situações de deslizamento de terrenos, tentando identificar os factores que contribuem para a sua ocorrência. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes 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 que reveste a preservação do meio natural.

D. Recursos específicos:

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



Regressar à carta de exploração geral – p.34

TEMA III

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

C. TEMA III – COMPREENDER A ESTRUTURA E A DINÂMICA DA GEOSFERA

A vida da Terra, a dinâmica da geosfera e dos sistemas periféricos, forma um todo intrincado de que os seres vivos – e o Homem em particular – se não podem dissociar.

O dinamismo da Terra manifesta-se sempre que novas montanhas se erguem um pouco, de quando em quando, em zonas limitadas, à custa de ressaltos bruscos a que chamamos sismos. 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. Da vida da Terra, violenta e mortífera, depende a existência e a prosperidade de seres vivos.

Nós, humanos, vamos compreendendo princípios em que se funda e os processos que caracterizam a mecânica da Terra. Processos lentos, tão preguiçosamente lentos – como a isostasia – que não foram facilmente detectados embora, pouco a pouco e continuamente, soergam massas continentais, processos lentos, como o deslizamento de placas litosféricas que, centímetro a centímetro, comprimem e dobram sedimentos posteriormente transformados em altivos cumes de montanhas.

Processos traiçoeiramente lentos, porque 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 aprendemos ainda a saber 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. A energia das ondas que alteram a morfologia superficial e destroem vidas e bens é a das ondas 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 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 previsão que poderão ser salvadoras.

C1. Objectivos didácticos

- Reconhecer as principais causas que estão da 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 um modelo para a estrutura interna da Terra.

C2. Apresentação de uma questão problemática

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

Na região dos Açores faz-se a junção de três placas tectónicas: Americana; Africana e Euroasiática. Trata-se de um ponto triplo que se admite ser a chave da tectónica mediterrânica.

O arquipélago açoriano localiza-se, assim, 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. À medida que se aproxima do continente, a falha, depois de um sector neutro do ponto de vista da actividade sísmica, torna-se uma zona de destruição da crosta. 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, facto, aliás, bastante referenciado na imprensa diária.

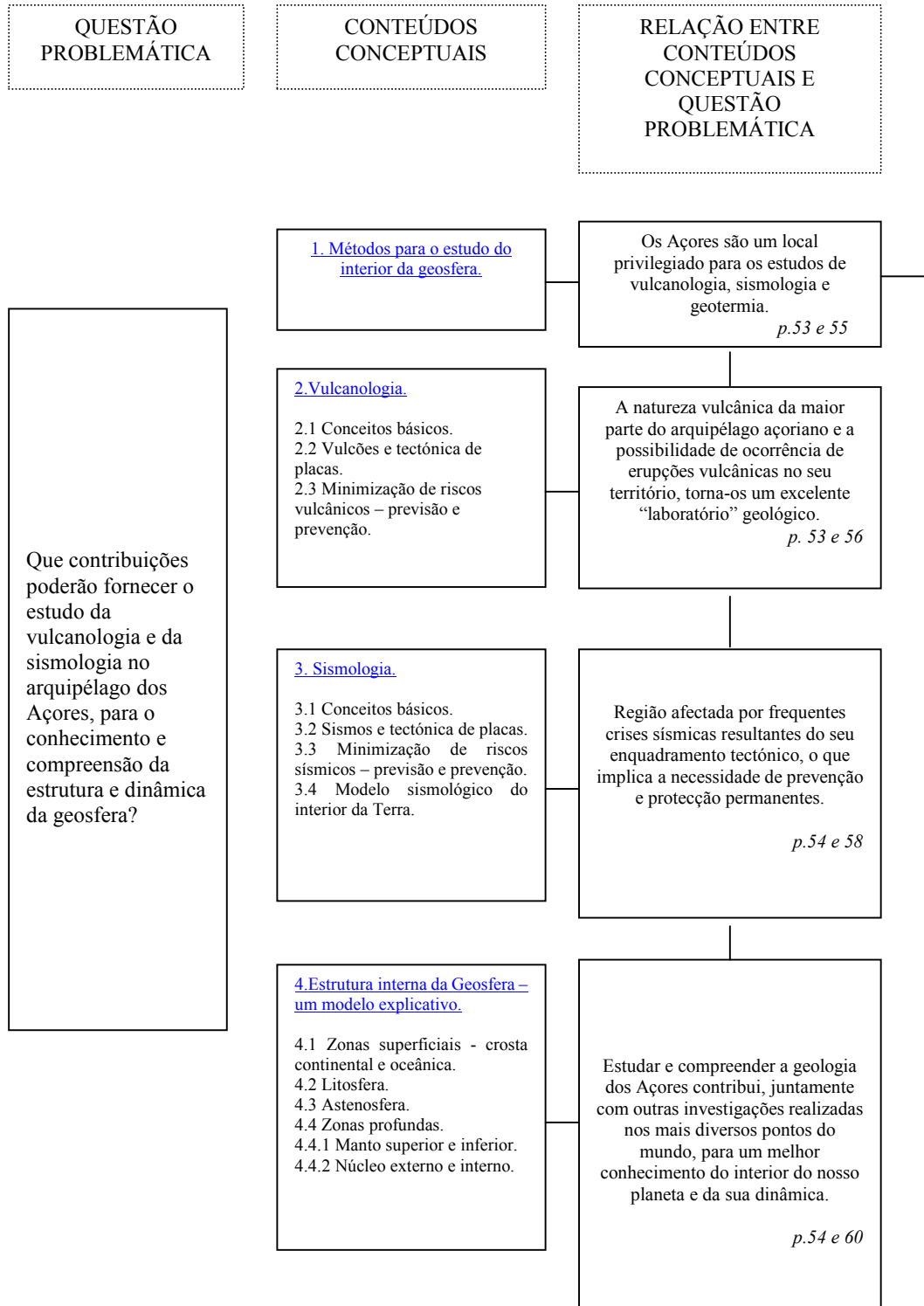
C3. Desenvolvimento programático do Tema III - Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera

Quadro 3C – Conteúdos programáticos do Tema III

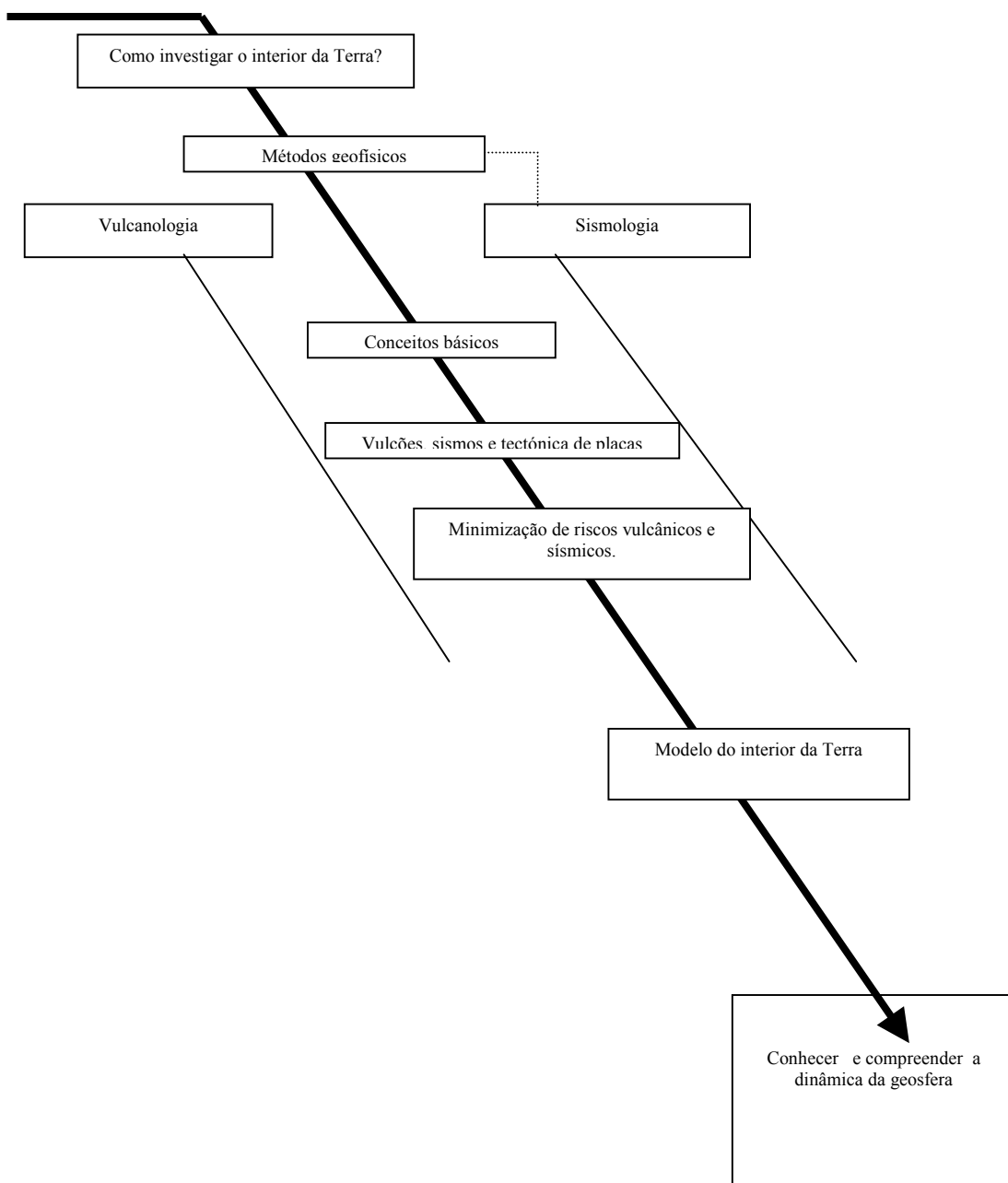
Conteúdos conceptuais	Conteúdos procedimentais	Conteúdos atitudinais
Apresentação de uma questão problemática. 1. Métodos para o estudo do interior da geosfera. 2. Vulcanologia.	Identificar elementos constitutivos das questões problemáticas. Problematizar e formular hipóteses. Testar e validar ideias.	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-

<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 Modelo sísmológico do interior da Terra.</p> <p>4. Estrutura interna da geosfera – um modelo explicativo</p> <p>4.1. Zonas superficiais - crosta continental e oceânica 4.2. Litosfera 4.3. Astenosfera 4.4. Zonas profundas 4.4.1. Manto superior e inferior 4.4.2. Núcleo externo e interno</p>	<p>Planificar e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.</p> <p>Observar e interpretar dados.</p> <p>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.</p> <p>Redigir conclusões comunicando-as de forma oral e escrita.</p> <p>Determinar a localização geográfica de um epicentro a partir de sismogramas.</p> <p>Utilizar mapas de riscos sísmicos na avaliação de riscos humanos relacionados com terremotos.</p> <p>Analisar informação recente sobre tremores de terra e erupções vulcânicas, servindo-se para o efeito de recursos da Internet e da Imprensa.</p> <p>Avaliar o nível e natureza de ocupação humana aceitável em áreas vulcânicas e de elevado risco sísmico.</p>	<p>sísmica.</p> <p>Valorizar as normas provenientes dos serviços oficiais relativas a atitudes a tomar em caso da ocorrência de um sismo de grande magnitude.</p> <p>Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo.</p>
--	---	---

C4. Carta Geral de Exploração do Tema III



Nota: Esta página e a seguinte formam um único quadro, devendo ser lidas em simultâneo. Para isso devem ser colocadas uma ao lado da outra, de modo que a linha da direita desta página tenha continuidade na linha da esquerda da página seguinte.



Quadro 3C – Gestão do Tema III

Conteúdos conceptuais	Enfatizar	Evitar	Factos, conceitos, princípios, modelos e teorias que os alunos devem conhecer, compreender e usar	Nº de aulas previstas
Apresentação de uma questão problemática				1
1. Métodos de estudo para o interior da geosfera.	<p>A existência de diversos métodos para investigar o interior da geosfera.</p> <p>A importância da acumulação de contributos de diferentes disciplinas científicas no conhecimento do interior da Terra.</p>	Demasiada pormenorização na descrição dos métodos utilizados.	<p>-Gravimetria.</p> <p>-Densidade.</p> <p>-Geotermia, grau geotérmico, gradiente geotérmico e fluxo térmico.</p> <p>-Geomagnetismo</p>	1
<p>2. Vulcanologia.</p> <p>2.1 Conceitos básicos.</p> <p>2.2 Vulcões e tectónica de placas.</p> <p>2.3 Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção.</p>	<p>As relação entre a natureza das lavas, o tipo de actividade vulcânica e as formas vulcânicas.</p> <p>A ocorrência de enormes derrames lávicos ao longo dos tempos geológicos.</p> <p>A hipótese de alterações climáticas provocadas por erupções vulcânicas terem sido causa de extinções de espécies.</p> <p>A relação das manifestações vulcânicas de tipo explosivo com as zonas de convergência de placas e de tipo não explosivo com as zonas de rift e zonas oceânicas intra-placa.</p> <p>A relação entre tectónica e vulcanismo com destaque para o caso particular dos Açores.</p>	O uso de classificações muito rígidas para os diversos tipos de vulcões e respectiva actividade.	<p>- Vulcão (cone principal , cones secundários ou adventícios, cratera, chaminés vulcânicas e caldeiras)</p> <p>-Actividade vulcânica (explosiva, efusiva, mista)</p> <p>-Lavas ácidas e básicas.</p> <p>-Vulcanismo de tipo central e de tipo residual.</p> <p>-Câmara magmática, bolsada magmática , bolsa magmática e rocha encaixante.</p> <p>-Piroclastos (cinzas, lapilli/bagacina, bombas vulcânicas).</p> <p>-Escoada, lavas encordoada (pahoehoe), escoriácea (aa), em almofada (pillow lava).</p> <p>-Agulha, domo ou cúpula e nuvem ardente.</p> <p>-Vulcanismo residual (nascentes termais, sulfataras, geiseres, fumarolas e mofetas).</p> <p>-Ponto quente (hot spot).</p>	6
3. Sismologia.	Os mecanismos de origem e		-Abalo sísmico e ondas	6

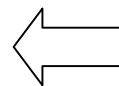
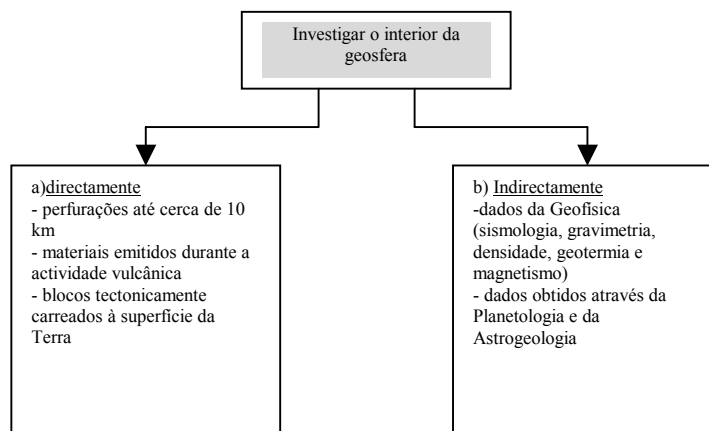
<p>3.1 Conceitos básicos.</p> <p>3.2 Sismos e tectónica de placas.</p> <p>3.3 Modelo sismológico do interior da Terra.</p> <p>3.4 Minimização de riscos sísmicos-previsão e prevenção.</p> <p>4. Estrutura interna da geosfera – um modelo explicativo.</p> <p>4.1 Zonas superficiais - crosta continental e oceânica.</p> <p>4.2 Litosfera.</p> <p>4.3 Astenosfera.</p> <p>4.4 Zonas profundas.</p> <p>4.4.1 Manto superior e inferior.</p> <p>4.4.2 Núcleo externo e interno.</p>	<p>propagação sísmica, ascaracterísticas 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 continuação dos estudos no sentido de se poder vir a prever, com razoável exactidão, a ocorrência de sismos.</p> <p>O modelo actualmente aceite para o interior da Terra, chamando, contudo, a atenção para as muitas questões que ainda permanecem em aberto.</p> <p>A importância das propriedades da astenosfera na dinâmica da litosfera – movimentos verticais e horizontais.</p>	<p>Apresentar o modelo de estrutura aceite como completo ou definitivo.</p> <p>Referir apenas uma hipótese sobre a ocorrência de correntes de convecção (sua localização).</p>	<p>sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais – Love e Rayleigh).</p> <p>-Teoria do ressalto elástico</p> <p>-F alhas.</p> <p>-Sismógrafo e sismograma.</p> <p>-Intensidade e magnitude sísmica (Escala de Mercalli –Internacional e escala de Richter).</p> <p>-foco/hipocentro, epicentro, raio sísmico, distância epicentral e isossistas.</p> <p>-abalo premonitório, réplica e maremoto.</p> <p>-Descontinuidades sísmicas (descontinuidades de Mohorovicic-Moho, Gutenberg, Lehman e Conrad).</p> <p>-Modelo sismológico do interior da Terra (zona de sombra, zona de baixa velocidade).</p> <p>-Crosta terrestre (continental e oceânica).</p> <p>-Litosfera, astenosfera, mesosfera.</p> <p>-Manto (superior e inferior).</p> <p>-Núcleo (externo e interno).</p>	<p>4</p>
--	---	--	---	----------

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, a maior parte das quais está coberta por água – a hidrosfera. Este conjunto, que 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 indirectos 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 utilizam para estudar a crosta, o manto e o núcleo da Terra. Os dados de Geofísica, no entanto, podem ser complementados por dados de Astrogeologia (estudo comparado de corpos celestes, numa perspectiva geológica) e por dados de 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. Muitos meteoritos, contudo, não se assemelham a nada existente na Terra e poderão representar o material primitivo a partir do qual teve origem o nosso Sistema Solar. O estudo laboratorial destes meteoritos primitivos 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, fornecendo, portanto, uma imensa riqueza de informação e a aproximação a respostas que os geólogos se colocam todos os dias.

B. Carta de exploração



Regressar à carta de exploração geral p. 51

Doc. 2. Vulcanologia

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

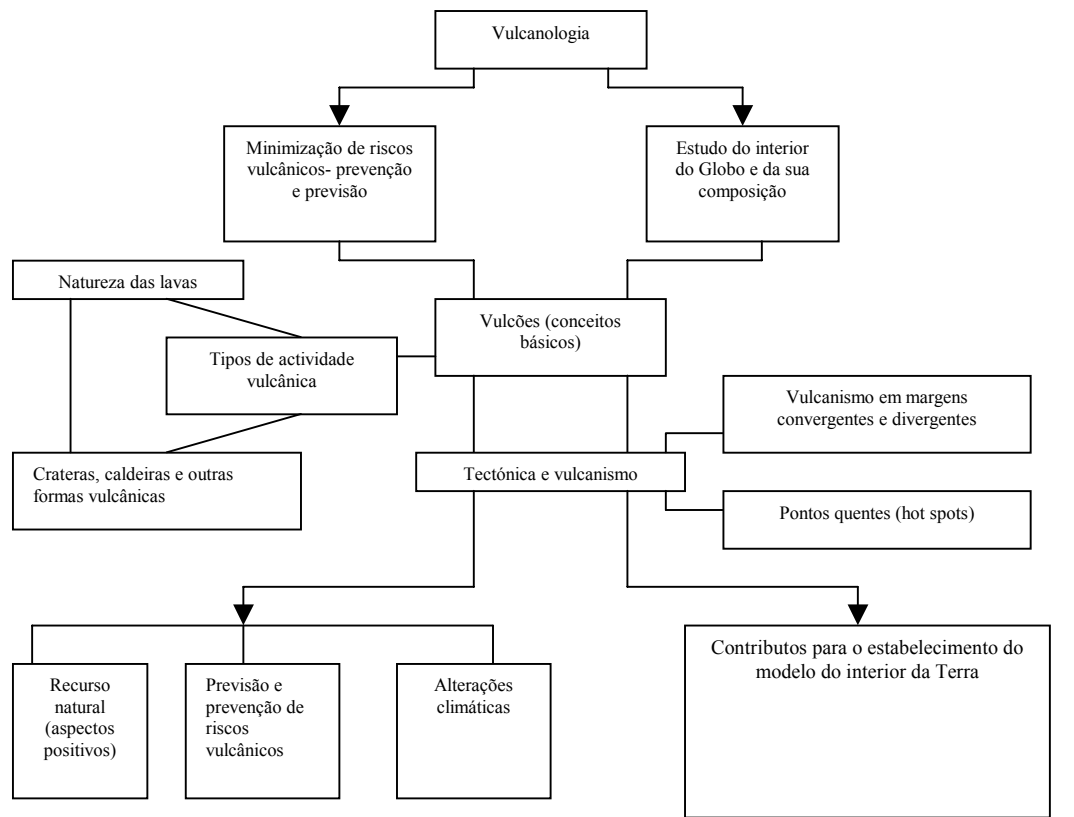
A palavra vulcão faz pensar imediatamente em erupções mortíferas como a que ocorreu, a 15 de Novembro de 1985, em Nevada del Ruiz, na Colômbia, que fez 23 000 mortos ou a tristemente célebre erupção da Montanha Pelada, na Martinica, com as suas 28 000 vítimas, em 1902. Contudo, nem todas as erupções 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 de zonas profundas 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, é indispensável monitorizar o território 24 horas por dia através da rede universitária de vigilância sismovulcânica instalada em várias ilhas do arquipélago. Para além desta rede, o Departamento de Geologia da Universidade dos Açores, na ilha de S. Miguel, promove e realiza análises periódicas dos gases vulcânicos das ilhas de S. Miguel, Terceira, Faial, Pico, S. Jorge e Graciosa. 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, com as 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 sobre 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 obtêm-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.

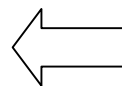
- a) Preparação de debates, por exemplo, sobre as possibilidades de prevenção e minimização de riscos.
- b) Elaboração de uma tabela com a actividade vulcânica registada nos Açores no último século, registando datas e danos provocados.

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 diferente 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”



Regressar à carta de exploração geral p.51

Doc. 3. Sismologia

A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

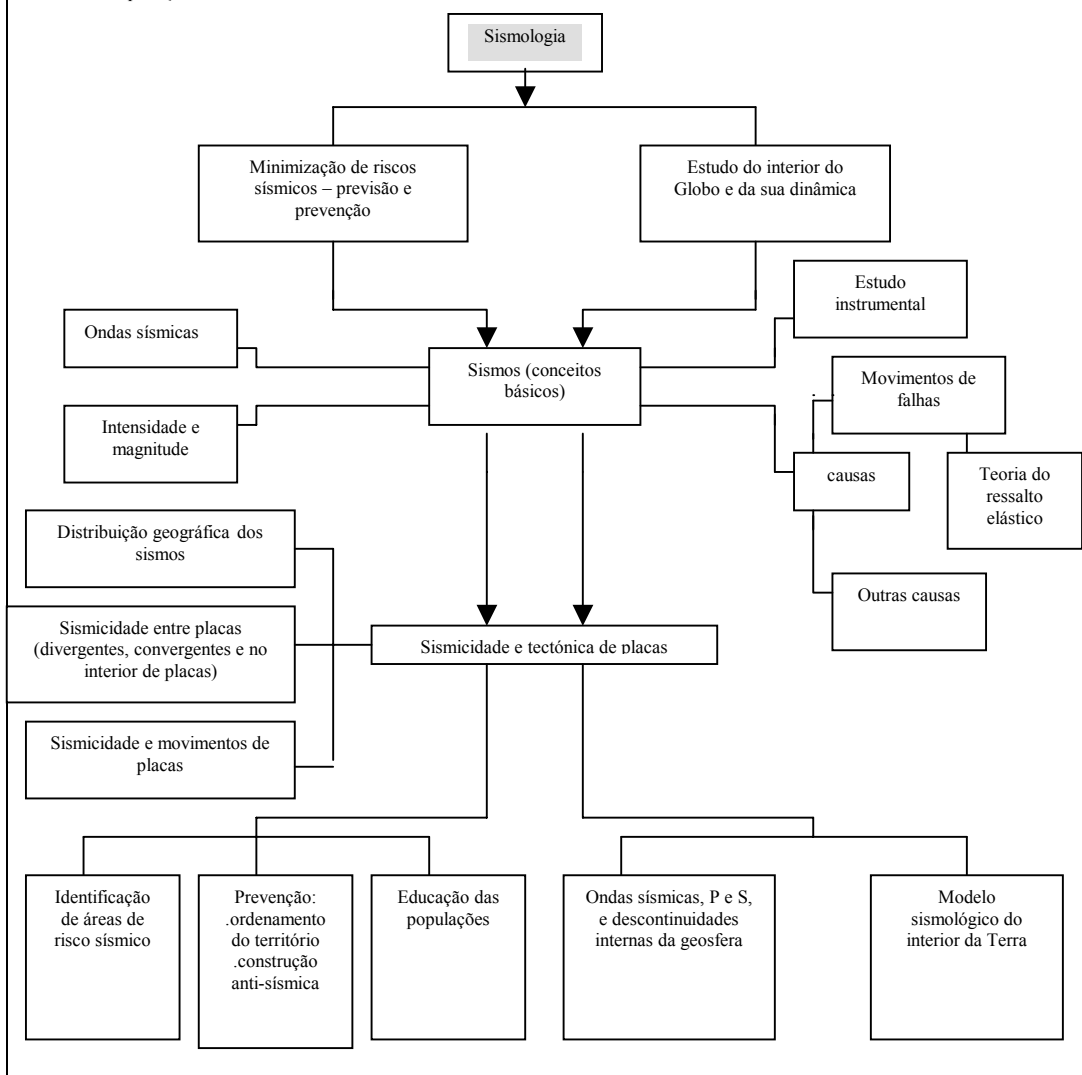
Os sismos são, além do vulcanismo, outra manifestação da actividade do globo terrestre que tem lugar à “nossa vista”. Numerosos sismos ficaram célebres por causa dos seus efeitos devastadores como o que ocorreu, em Lisboa, a 1 de Novembro de 1755, e fez cerca de 60 000 mortos. Todos os anos a imprensa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

Um sismo tem a sua origem, em regra, em zonas onde a crosta terrestre se fractura, produzindo falhas. 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 valores elevados, 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 únicos 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, lembram muito o que se passa na Natureza. Estas experiências, que se realizam em poucos minutos, representam dezenas de milhões de anos da realidade, por isso, 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 actividades permite aos alunos, através da manipulação de diversos materiais e da exploração de um modelo analógico problematizar diversos aspectos, formulando hipóteses e tentando testá-las.

O material necessário pode ser adquirido directamente a uma 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 contruídos em sedimentos não compactados. Simular, então, um sismo e observar e interpretar os resultados. 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 diferentes granulometria e compactação, podendo humedecer e pressionar os sedimentos, de maneira a que fiquem bem compactados.

Aplicar os resultados obtidas 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.

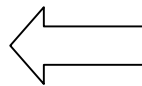
C5. Procurar na Internet informação sobre a Falha de Santo André na Califórnia. Analisar fotografias aéreas e mapas que evidenciem o movimento desta falha.

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.



Regressar à carta de exploração geral p.51

Doc4. Um modelo explicativo para o interior da geosfera.

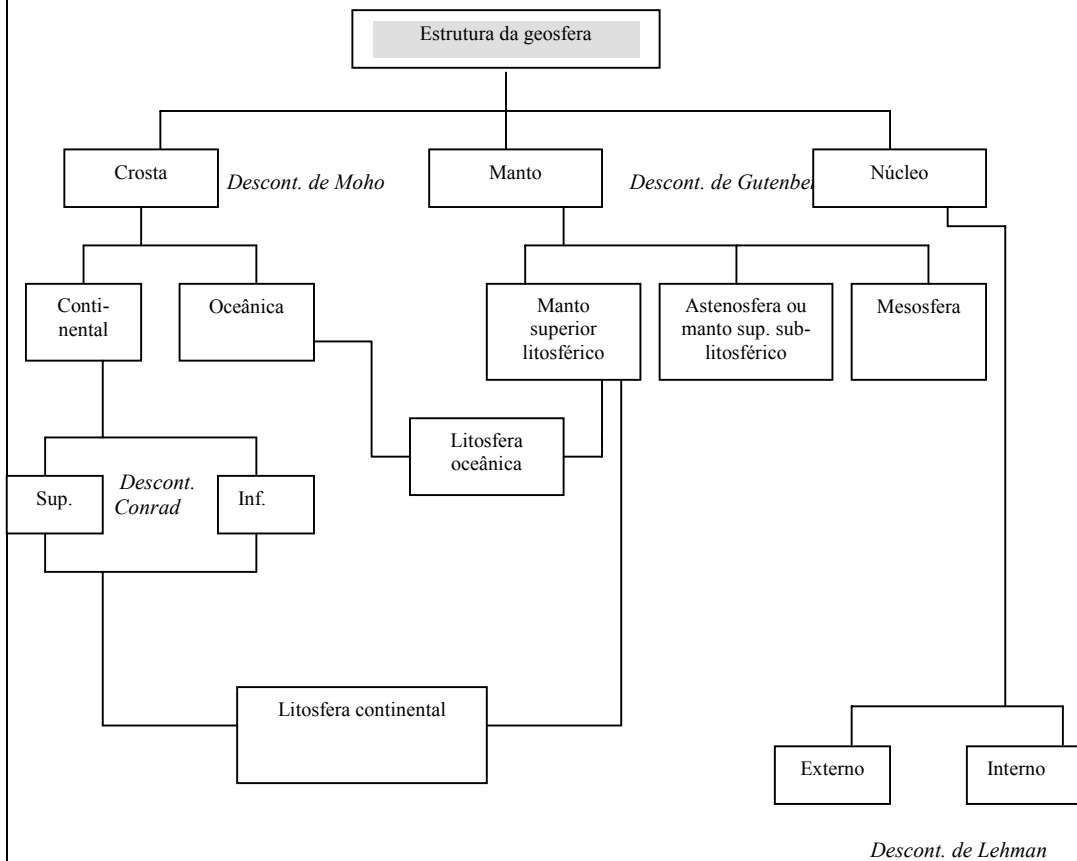
A. Concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto

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 preciosos na definição e estabelecimento de um modelo da estrutura da geosfera. Para as zonas superficiais, os geólogos utilizam os sismos experimentais e para o conhecimento das zonas profundas recorrem à sismicidade natural.

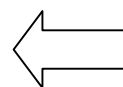
Os estudos, as análises, as observações e os exames permitiram estabelecer três grandes unidades para a estrutura da geosfera cada uma das quais, por sua vez, se subdivide. Cada unidade está separada da contígua por meio de uma superfície de descontinuidade. Esta divisão resulta de se ter constatado que os materiais que formam cada uma daquelas unidades têm constituição e características diferentes.

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.



Regressar à carta de exploração geral p.51

Referências bibliográficas

- Allégre, C. (1987). Da pedra à estrela. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Allégre, C. (1993). As fúrias da Terra. Lisboa: Relógio d'Água.
- Allégre, C. (1998). Deus face à Ciência. Lisboa: Universidade de Aveiro/Gradiva.
- Almeida, A. (1998). Visitas de Estudo. Lisboa: Livros Horizonte.
- Anguita, F. (1993). Geologia Planetária. Madrid: Mare Nostrum.
- Brahic, A., Hoffert, M., Schaaf, A. e Tardy, M. (1999). Sciences de la Terre et de l'Univers. Paris: Vuibert.
- Bush, R.M. (Ed.) (1997). Laboratory Manual in Physical Geology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Chernicoff, S., Fox, H.A. e Venkatarrishnan, R. (1997). Essentials of Geology. New York: Woth Publishers.
- Forjaz, V.H. (ed.) (1997). Vulcão dos Capelinhos – Retrospectivos – Vol.1. S.Miguel: Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.
- Galopim de Carvalho, A.M.; Galopim, N. (1993). A vida e a morte dos dinossáurios. Lisboa. Gradiva.
- Galopim de Carvalho, A.M. (1996). Geologia – Morfogénese e Sedimentogénese. Lisboa: Universidade Aberta.
- Galopim de Carvalho, A.M. (1997). Geologia – Petrogénese e Orogénese. Lisboa: Universidade Aberta.
- Gohau, G. (1988). História da Geologia. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Hallam, A. (1983). Grandes Controvérsias Geológicas. Barcelona: Labor.
- Hamblin, W.K. e Christiansen, E.H. (1995). Earth's Dynamic Systems. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kraft, K. e Kraft, M. (1990). Volcans. Le réveil de la Terre. Paris: Hachette.
- Machado, F. e Forjaz, V.H. (1968). Actividade vulcânica do Faial – 1957-1967. Porto: Comissão de Turismo do Distrito da Horta.
- Mendes Victor, L.A. (1998). O fundo dos oceanos. Lisboa: Parque EXPO98.

- Merritts, D., Wet, A. e Menking, K. (1997). *Environmental Geology*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Michard, J.G. (1997). *Le monde perdu des dinosaures*. Paris: Gallimard.
- Murck, B. e Skinner, B. (1999). *Geology Today*. New York: John Wiley & Sons.
- Praia, J. e Marques, L. (1995). *Formação de Professores, Série Ciências nº 1*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Ribeiro, A. (1997). *Uma breve história tectónica da Terra*. Lisboa: Parque Expo 98.
- Sagan, C. (1984). *Cosmos*. Lisboa: Gradiva.
- Skinner, B.J. e Porter, S.C. (1995). *The Dynamic Earth (An Introduction to Physical Geology)*. New York: Ed. John Wiley & Sons.
- Skinner, B., Porter, S.C. e Botkin, D.B. (1999). *The Blue Planet*. New York: . John Wiley & Sons.
- Tarbuck, E.J. e Lutgens, F.K. (1997). *Earth Science*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Thompson, G.R. e Turk, J. (1999). *Earth Science and the Environment*. Orlando: Ed. Saunders College Publishing.
- Weiner, J. (1987). *O planeta Terra*. Lisboa: Gradiva.
- Wiswall, C.G. e Fletcher III, C.H. (1997). *Investigating Earth – A Geology Laboratory Text*. Dubuque, IA: Wmc.C. Brown Publishers.