

12

GUIA DO PROFESSOR

GEOLOGIA | 12º ANO | ENSINO SECUNDÁRIO

Óscar Oliveira
João Carlos Silva
Elsa Ribeiro

GeoDesafios

- FINALIDADES DO PROGRAMA DE GEOLOGIA DO 12º ANO
- RECURSOS WEB E BIBLIOGRAFIA
- PLANIFICAÇÕES DOS TEMAS
- PLANIFICAÇÕES ESQUEMÁTICAS DOS TEMAS
- GUIÃO DE EXPLORAÇÃO DAS TRANSPARÊNCIAS
- DOCUMENTOS DE AMPLIAÇÃO DE CONHECIMENTOS
- MAPAS DE CONCEITOS





12 GUIA DO PROFESSOR

GEOLOGIA | 12º ANO | ENSINO SECUNDÁRIO

Óscar Oliveira
João Carlos Silva
Elsa Ribeiro

GeoDesafios



EDIÇÕES
ASA

Apresentação do Guia do Professor	3
Finalidades da disciplina de Geologia – 12º ano	4
Apresentação do Programa da disciplina de Geologia – 12º ano	5
Tema 1 – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas	6
1 – Planificação a médio prazo	7
2 – Planificação a curto prazo	10
3 – Guião de exploração das transparências	11
4 – Documentos de ampliação	13
5 – Mapa de conceitos	19
Tema 2 – A História da Terra e da Vida	20
1 – Planificação a médio prazo	21
2 – Planificação a curto prazo	24
3 – Guião de exploração das transparências	25
4 – Documentos de ampliação	27
5 – Mapa de conceitos	33
Tema 3 – A Terra ontem, hoje e amanhã	34
1 – Planificação a médio prazo	35
2 – Planificação a curto prazo	38
3 – Guião de exploração das transparências	39
4 – Documentos de ampliação	41
5 – Mapas de conceitos	47

Apresentação do Guia do Professor

Ao longo do **Manual (Edição do Professor)**, na banda lateral, encontram-se **sugestões metodológicas, aprofundamentos** de determinadas temáticas e **articulações** com os restantes **recursos** que constituem o *GeoDesafios*.

Contudo, considerámos pertinente fornecer ao docente outros materiais que podem enriquecer/complementar a sua actividade.

Por esta razão, para cada um dos temas que constituem o Programa de Geologia, encontra, por esta ordem, no **Guia do Professor**:

- recursos web e bibliografia;
- planificação do tema;
- planificação a curto prazo, apoiada num esquema integrador;
- guião de exploração das transparências;
- documentos de ampliação;
- mapas de conceitos.

O **Guia do Professor** apresenta ainda as seguintes mais-valias:

- sugestões de planificações anual e a curto prazo, baseadas na resolução de problemas e formuladas de uma forma sequencial, adaptável ao ritmo de aprendizagem dos alunos;
- os problemas apresentados na dupla página inicial introdutória do tema surgem integrados na rede conceptual, funcionando como ângulos de abordagem e possíveis elementos motivadores. Esta rede conceptual apresenta uma estrutura dinâmica com conexões e interligações, promovendo uma abordagem adaptada aos diferentes cenários possíveis na sala de aula.

Todas as sugestões apresentadas estão de acordo com o Programa de Geologia e encontram-se devidamente articuladas com os restantes recursos didácticos que integram o nosso projecto.

Desejamos que este recurso didáctico vos seja útil e satisfaça as vossas expectativas!

Os Autores

Finalidades da disciplina de Geologia – 12º ano

Muitas das questões que afectam o futuro da civilização vão procurar respostas nos mais recentes desenvolvimentos da Geologia. Entre as inúmeras questões podemos destacar o crescimento demográfico, a produção e distribuição de alimentos, o bem-estar do indivíduo, a preservação da biodiversidade, a manipulação do genoma humano e dos outros seres vivos, o combate à doença e a promoção da vida, a escassez de espaços e recursos, as intervenções do Homem nos subsistemas terrestres associados a impactes geológicos negativos, o problema da protecção ambiental e do desenvolvimento sustentável e muitas outras questões que poderiam ser referenciadas e para as quais não basta encontrar respostas tecnológicas. É necessário, para além destas respostas, uma mudança de atitudes por parte do cidadão e da sociedade em geral. Para que esta mudança de atitudes se verifique, impõe-se uma literacia científica sólida que nos auxilie a compreender o mundo em que vivemos, a identificar os seus problemas e a entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos. A consciencialização e a reflexão crítica sobre esses desafios são inadiáveis, sob pena de se gerar uma crescente incapacidade dos cidadãos para desempenharem o seu papel no seio da democracia participada e garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas.

O Programa do 12.º ano de Geologia pretende ser uma peça importante e participar activamente na construção de cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes, atendendo às finalidades anteriormente expressas. Indicam-se, seguidamente, as linhas fundamentais que presidiram à selecção e organização dos conteúdos programáticos.

Seleção e organização dos conteúdos

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

- as grandes finalidades da disciplina, já expressas, e criar linhas orientadoras para que os alunos possam ou não optar por uma via profissional nestas áreas, de tal forma que preconize uma participação crítica e interventiva na resolução de problemas, baseada em informação e métodos científicos.
- a perspectiva de que ensinar ciências não deve ser transmitir conhecimentos, mas sim criar ambientes de ensino e de aprendizagem favoráveis à construção activa do saber e do saber-fazer;
- a necessidade de fornecer quadros conceptuais integradores e globalizantes que facilitem as aprendizagens significativas;
- o destaque de temas actuais com impacte na protecção do ambiente, no desenvolvimento sustentável e no exercício da cidadania.

Apresentação do Programa de Geologia – 12º ano

O Programa da disciplina de Geologia deverá ser explorado como uma sequência de temáticas propostas cuja abordagem deverá ser dinâmica, de modo ao aluno conseguir construir um quadro conceptual integrador e globalizante.

Geologia:

Tema 1 – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera	Tema 2 – A História da Terra e da Vida	Tema 3 – A Terra ontem, hoje e amanhã
Situação-problema: As teorias científicas são entidades que permanecem estáveis no tempo?	Situação-problema: Qual a História geológica da região onde a escola se insere?	Situação-problema: Será possível conciliar o desenvolvimento da sua região com a preservação dos recursos geoambientais?
1 Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes. A Teoria da Tectónica de Placas 2 Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas	1 A medida do tempo e a História da Terra. Exemplos de métodos de datação 2 Tabela cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas 3 Geo-história da Terra. A vida no Pré-Câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica 4 A História geológica de uma região	1 A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e dinâmica litosférica 2 Mudanças ambientais na História da Terra e evolução da espécie humana 3 O homem como agente de mudanças ambientais 4 Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais

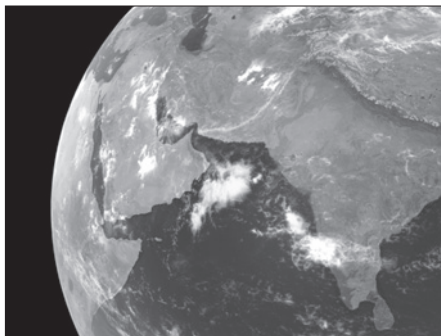
A finalidade do conjunto de temas seleccionados será a de: permitir aos jovens um melhor conhecimento da Terra, da sua História, da sua dinâmica e da sua evolução; articular conceitos básicos com os acontecimentos do dia-a-dia, tornando possíveis interpretações mais correctas das transformações que continuamente ocorrem; sensibilizar para a importância de estudar, prever, prevenir e planear bem como a de gerir conscientemente os recursos finitos de um planeta finito, tornado mais pequeno e vulnerável por uma população humana em crescimento acelerado e pelo desenvolvimento de tecnologias cada vez mais poderosas e agressivas.

Tema 1

Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas

CAPÍTULO 1 – Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes.
A Teoria da Tectónica de Placas

CAPÍTULO 2 – Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas



Recursos web e bibliografia

<http://www.whfreeman.com/understandingearth>^(*)

<http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>^(*)

GALOPIIM DE CARVALHO, A. M. (1997). *Geologia – Petrogénese e Orogénese*. Lisboa: Universidade Aberta.

PRESS, F. & SIEVER, R. (2003). *Understanding Earth*. New York: W. H. Freeman and Company.

SKINNER, B. J. & PORTER, S. C. (2003). *The Dynamic Earth*. New York: Ed. John Wiley & Sons.

TARBUCK *et al* (2007). *Earth Science* (11.ª Ed.). Pearson Prentice-Hall.

^(*)Atualização permanente em <http://desafios.asa.pt>.

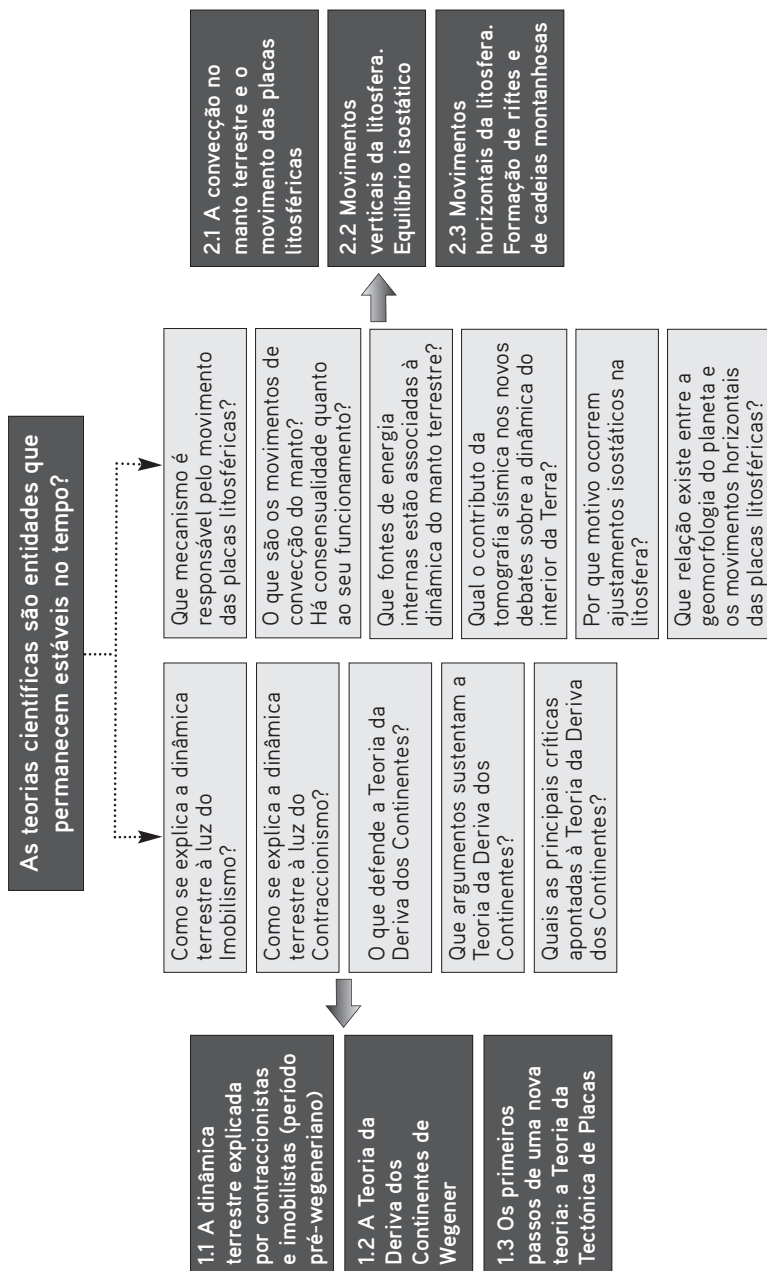
1 – Planificação a médio prazo

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatar ...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
<i>Situação-problema:</i> <i>As teorias científicas são entidades que permanecem estáveis no tempo?</i> 1 Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes. A Teoria da Tectónica de Placas 1.1 A dinâmica terrestre explicada por contraccionistas e imobilistas (período pré-wegeneriano)	• Analisar textos e identificar o tipo de argumentação utilizada pelos seus autores. • Identificar elementos constitutivos da situação-problema. • Problematicar e formular hipóteses. • Testar e validar ideias. • Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas. • Observar e interpretar dados. • Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.	• Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista. • Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias. • Ver na investigação científica uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas. • Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho cooperativo.	• A evolução histórica das teorias científicas, procurando colocar em destaque os processos de mudança e/ou enriquecimento teórico. • As interpretações da morfologia e da dinâmica terrestre formulada por contraccionistas e imobilistas. As discordâncias, que no início do século XX, começaram a surgir entre estas interpretações e uma nova série de dados e evidências.	• Uma apresentação descritiva de dados históricos.	– Contraccionismo e imobilismo	1 2

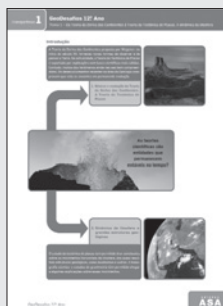
Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatizar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
1.2 A Teoria da Deriva dos Continentes de Wegener. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos. Críticas à Teoria da Deriva dos Continentes	Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	Assumir atitudes de defesa do património geológico.	Os processos de génese e de mudança das teorias científicas. A relação entre observação e teoria. A influência de factores externos (sociais, políticos,...) no desenvolvimento da Ciência.	A ideia da existência de um saber final e verdadeiro, a salvo de qualquer crítica ou reformulação posterior.	Teoria da Deriva dos Continentes – Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos	3
1.3 Os primeiros passos de uma nova teoria: a Teoria da Tectónica de Placas			- O papel dos cientistas como construtores e avaliadores de teorias. A possibilidade das teorias permitirem fazer previsões que poderão estar ou não de acordo com dados obtidos através da observação e da experimentação, referindo que a discordância pode suscitar a procura de novas explicações. - As contribuições dos dados geofísicos e morfológicos dos fundos oceânicos para a aceitação de uma teoria mobilista.	Uma visão excessivamente relativista sobre o conhecimento científico.	Teoria da Tectónica de Placas – Placa litosférica (revisão do conceito) – Paleomagnetismo – Inversões de polaridade – Morfologia dos fundos oceânicos: Planície abissal, Dorsal médio-oceânica, Rife, Ilhas vulcânicas	6
2 Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas						

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatizar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
2.1 A convecção no manto terrestre e o movimento das placas litostéricas			Fontes energéticas para a convecção mantélica. A existência de diferentes modelos explicativos da dinâmica do manto e da respectiva relação com o movimento das placas. A contribuição dos avanços tecnológicos (tomografia sísmica) para o conhecimento do interior da Terra.	Considerar um dos modelos de convecção mantélica como o modelo cientificamente correcto. É importante destacar que este é um assunto em debate pela comunidade científica.	- Fontes energéticas para a dinâmica terrestre - Correntes convectivas	3
2.2 Movimentos verticais da litosfera. Equilíbrio isostático			As relações com a Física, aproveitando os conhecimentos dos alunos sobre a força da gravidade.		- Anomalias isostáticas - Ajustamentos isostáticos	1
2.3 Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas			O significado de algumas estruturas geológicas à luz da Teoria da Tectónica de Placas.	Uma descrição exhaustiva das várias estruturas geológicas e exemplos.	- Morfoestrutura transversal e longitudinal das dorsais oceânicas - Falhas transformantes - Taxa de expansão oceânica - Arco insulares intra-oceânicos - Riftes continentais <i>Grabens</i> e <i>Horsts</i> - Bacias sedimentares - Subsidência - Cadeias montanhosas: margem (subducção, obdução e colisão) e intracontinentais	7

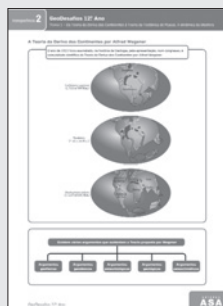
2 – Planificação a curto prazo



3 – Guião de exploração das transparências (tópicos a abordar/ sugestões de exploração)



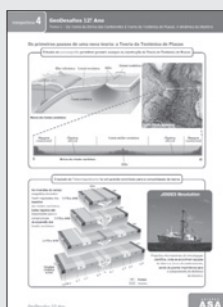
- Apresentação da situação-problema.
- Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes (período pré-wegeneriano; argumentos que sustentam a teoria proposta por Wegener; críticas à teoria; Teoria da Tectónica de Placas).
- Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas (convecção do manto terrestre e o movimento das placas litosféricas; movimentos verticais e movimentos horizontais).



- Quais os aspectos fundamentais da Teoria da Deriva dos Continentes?
- Que argumentos suportam a teoria proposta por Wegener?
- Quais as principais críticas feitas à teoria postulada por Wegener?



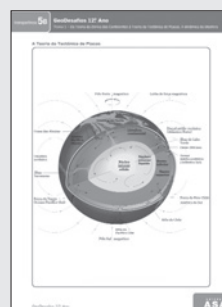
- Em que medida o avanço da tecnologia pode determinar o avanço da Ciência?
- Qual a importância dos contextos sociais para o desenvolvimento tecnológico e consequentemente para o avanço da Ciência?
- Explique por que motivo podemos afirmar que toda a Ciência tem um carácter multidisciplinar.



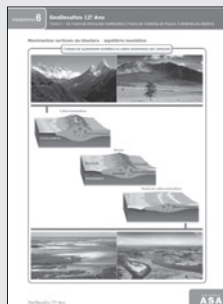
- Que relação existe entre a Teoria da Tectónica de Placas e a Teoria da Deriva dos Continentes?
- O que defende a Teoria da Tectónica de Placas?
- Em que dados se basearam os cientistas para construir a Teoria da Tectónica de Placas?
- Qual a importância de equipas multidisciplinares na compreensão da dinâmica terrestre?



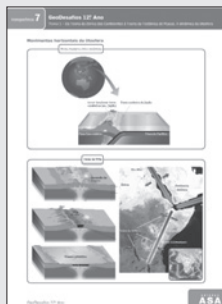
- Como interagem as placas que formam a litosfera terrestre?
- Como se distinguem os limites que existem entre elas?
- Que relação existe entre a geomorfologia da crosta terrestre e a mobilidade da litosfera?
- Que relação existe entre a dinâmica litosférica e a ocorrência de fenómenos geológicos como sismos e vulcões?



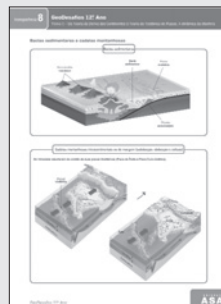
- Como explicar os movimentos das placas litosféricas?
- Que relação existe entre a dinâmica mantélica e o movimento das placas?
- O que são correntes de convecção?
- Quais os modelos de convecção existentes?
- Qual o modelo mais aceite?



- Como explicar a ocorrência de movimentos isostáticos em determinadas zonas da crosta terrestre?
- Que relação existe entre Isostasia e Tectônica de Placas?



- Que relação existe entre a geomorfologia da crosta e os movimentos horizontais da litosfera?
- O que são arcos insulares? Como se formam?
- Em que ambientes tectônicos pode ocorrer a formação de vales de rifte?
- Quais as características estruturais de um rifte?



- O que são bacias sedimentares?
- Em que ambientes tectônicos se formam as bacias sedimentares?
- Que relação existe entre a formação das bacias sedimentares e a mobilidade das placas litosféricas?
- Como explicar a formação de cadeias montanhosas à luz da Teoria da Tectônica de Placas?

4 – Documentos de ampliação

As contribuições de Holmes (1931) e de Griggs (1939) para a compreensão das correntes de convecção mantélicas

Um dos problemas inerentes à Teoria da Deriva dos Continentes proposta por Wegener foi o facto de não ter apresentado mecanismos plausíveis capazes de gerar forças que fizessem mover as massas continentais. Anos mais tarde a resposta a este problema viria a surgir.

Arthur Holmes, da Universidade de Edimburgo, propunha em 1931 uma explicação dinâmica, também de vanguarda, muito próxima do modelo convectivo actualmente aceite. Segundo este autor, o manto seria sede de correntes de convecção térmica, organizadas em grandes células no interior da Terra. Próximo da superfície, tais correntes, na parte tangencial do seu percurso, arrastariam lateralmente determinadas porções de crosta.

Holmes admitia que o vulcanismo não era suficiente para dissipar o calor interno da Terra, segundo ele, produzido sobretudo pela desintegração de certos radionúcleos ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th e ^{40}K . Defendia, ainda, que esta quantidade de convecção térmica e se, de facto, estas correntes existissem, poderiam ser as grandes responsáveis pela deriva, levando os continentes à ruptura, separação e subseqüentes deslocamentos laterais. Assim, os materiais do manto sobreaquecidos em certas zonas ascenderiam, migrariam horizontalmente e, por fim, voltariam a mergulhar. Esta convecção térmica, processando-se de modo análogo ao da água num recipiente aquecido, seria, no entanto, extremamente lenta.

Holmes pensava que se uma tal corrente ascendente tivesse subido sob o supercontinente primordial de Wegener podia tê-lo fendido, e os respectivos fragmentos ter-se-iam afastado e derivado para as suas actuais posições.

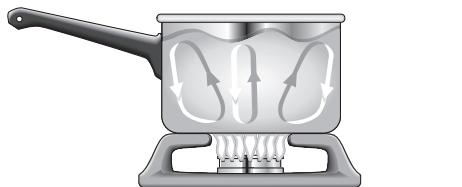


Fig. 1 – Exemplo de correntes de convecção térmica.

Não havia então provas da existência das correntes de convecção ou das respectivas células, pois estas fluem a uma profundidade considerável na astenosfera e, provavelmente, em todo o interior do globo, como supunha Holmes. Muito lentas (alguns cm/ano), temos hoje provas indirectas destas correntes nas manifestações do fluxo térmico à superfície da crosta. Com efeito, a contribuição mais importante a favor das células de convecção está ligada aos progressos da geologia marinha, com a descoberta de zonas do globo onde estas correntes parecem convergir à superfície. Sabe-se hoje que o fluxo térmico ao longo das dorsais é muito elevado, excedendo 8 a 10 vezes o valor médio tomado na totalidade dos oceanos, e que nas fossas, o referido fluxo desce muito abaixo daquele valor. Concluiu-se, assim, que estas faixas – dorsais e fossas – materializam, respectivamente, as zonas de ascensão e descida das correntes de convecção previstas por Holmes.

Nesta concepção é possível considerar-se o manto dividido numa série de células de convecção separadas por corredores de subida e zonas de descida dos materiais. Este mecanismo, formulado por aquele professor de Edimburgo como hipótese, numa notável antecipação, foi poucos anos depois simulado no laboratório por D. T. Griggs (1939). A experiência a que este autor procedeu é outra importante achega para o modelo tectónico global, que só vinte anos mais tarde seria formulado como teoria científica.

Griggs utilizou então um líquido muito viscoso (glicerina) como substrato (simulando o que se sabe hoje ser a astenosfera), sobre a qual flutuava uma pasta de óleo mineral e serradura de madeira (a representar a litosfera). Na glicerina mergulhavam dois cilindros giratórios que, quando submetidos a movimentos circulares (modelizando as células de convecção), faziam deprimir a camada plástica e mergulhar a pasta feita de serradura e óleo mineral exactamente na faixa de convergência das correntes criadas. Aumentando a velocidade de rotação, o material deformava-se cada vez mais afundando-se na glicerina ao mesmo tempo que dava origem a enrugamentos e carreamentos.

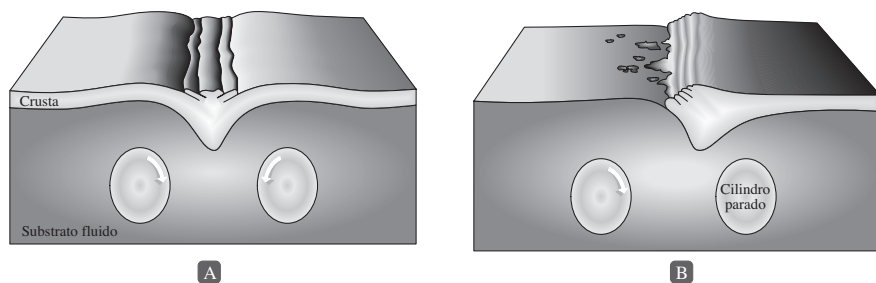


Fig. 2 – Experiência de Griggs para ilustrar a sua teoria orogénica. Os cilindros rodam na glicerina sobre a qual flutua uma mistura de óleo mineral e serradura de madeira.

A simulação das correntes de convecção permitiu-lhe, assim, apoiar uma das hipóteses avançadas para explicar a orogénese, nomeadamente a que suporta a formação de um geossinclinal pela sucção induzida por correntes do manto. Com efeito, a primeira fase da simulação mostra a formação na superfície de um sulco que configura o geossinclinal, na segunda fase forma-se uma raiz na crosta, e surgem dobramentos e carreamentos. Ao imobilizarem-se os cilindros, a raiz ascende por impulsão, com levantamento das partes enrugadas, modelizando os movimentos ascensionais isostáticos.

Na moderna concepção tectónica (de placas) as fossas correspondem aos locais onde as correntes de convecção convergem para regressarem ao interior do manto, arrastando consigo e em profundidade a crosta oceânica. Extrapolando, é fácil conceber na experiência de Griggs a rotação dos cilindros em sentido contrário ao da primeira demonstração, por forma a gerar uma corrente ascensional (simulando as dorsais) e inclusivamente a ruptura da pasta de serradura com óleo originando uma fenda (o rifte) a partir da qual os dois compartimentos se afastam, simulando a abertura dos oceanos e a deriva dos continentes.

Geologia – petrogénese e orogénese, A. M. Galopim de Carvalho. Universidade Aberta, 1997 – adaptado

QUESTÕES

1. Qual era para Holmes a principal fonte de calor interno da Terra?
2. Apresente, de forma sucinta, a concepção de Holmes para as correntes de convecção do manto.
3. Explique em que medida as ideias de Holmes vêm complementar a Teoria da Deriva dos Continentes.
4. A que zonas dos fundos oceânicos, corresponderiam, na previsão de Holmes, as zonas de ascensão e descida das correntes de convecção?
5. Refira-se à importância da simulação laboratorial de Griggs para a compreensão do modelo teórico previsto por Holmes para as correntes de convecção.
6. A partir dos estudos laboratoriais de Griggs foi possível extrapolar hipóteses para a formação de dobramentos e carreamentos. Que dados obtidos a partir das experiências permitiram tais conclusões?
7. Hoje em dia, com o avanço da Ciência, são conhecidos dados mais precisos sobre a dinâmica do manto. A tomografia sísmica tem fornecido dados importantes que visam esse mesmo objectivo.
 - a. Refira-se à importância da tomografia sísmica na compreensão da dinâmica do manto, compreensão do mecanismo de funcionamento e consolidação da Teoria da Tectónica de Placas.

A abertura do Atlântico e a evolução da margem continental portuguesa

A margem continental portuguesa é consequência da ruptura e do afastamento de dois blocos continentais, um correspondente ao conjunto América do Norte-Gronelândia e outro à Eurásia, ligados no passado num bloco continental bem maior, a que se tem dado o nome de Laurásia. Todavia, a evolução desta margem liga-se também à história da Mesogea (Mediterrâneo), à abertura do Golfo da Gasconha e à subsequente rotação da Península Ibérica.

Assim, a história da nossa margem remonta a épocas muito anteriores ao aparecimento do rifte norte-atlântico, que só veio a acontecer entre o final do Cretácico Inferior e o início do Cretácico Médio com consequente formação e expansão da crosta oceânica, geradora do substrato rochoso do Atlântico Norte.

No sector oeste-ibérico, a orientação das zonas de fragilidade crustal determinantes da abertura deste troço do Atlântico está ligada ao sistema de grandes desligamentos esquerdos, de orientação geral NNE-SSW, ocorridos no final do Paleozóico, relacionados com movimentos tectónicos tardi-hercínicos. No início do Mesozóico, esforços distensivos originaram duas grandes depressões alongadas segundo aquela orientação e separadas por um horst, hoje submerso, designado por Terra do Grande Banco. A depressão ocidental, ou bacia canadiana, situa-se actualmente na margem da Terra Nova e a depressão oriental, bacia portuguesa, ou bacia lusitânica, integra hoje a chamada orla mesocenozoica ocidental portuguesa e a margem continental ocidental da Península Ibérica, frequentemente referida por margem oeste-ibérica.

Nestas duas bacias, então em subsidência, acumularam-se, primeiro (no Triásico, de há 230 a 200 M.a.) depósitos detríticos de fácies continental, aos quais se seguiram, no Liásico Inferior (200 a 190 M.a.), evaporitos (gesso e sal gema), testemunhos das primeiras invasões do mar nas terras deprimidas.

O acentuar da subsidência abriu estas bacias à sedimentação marinha franca, em mar ainda epicontinental, pouco profundo, atingindo-se o máximo da transgressão no Jurássico Médio (Dogger, há cerca de 170 M.a.) representado por calcários marinhos.

Posteriormente, entre o início do Jurássico Superior (Malm, há 160 M.a.) e o final do Cretácico Inferior (há 100 M.a.), esta região sofreu levantamentos epirogénicos generalizados, com formação de alguns relevos importantes, entre os quais o chamado horst marginal português. Estes levantamentos são interpretados como um grande empolamento precursor da abertura do rifte que teve lugar nessa altura, há uns 100 M.a. Inicia-se então o alargamento do fundo oceânico e consequente afastamento dos dois blocos continentais em relação a uma dorsal situada entre a Terra do Grande Banco e a bacia portuguesa. Nestes

termos, a placa norte-americana (à qual a Terra do Grande Banco se manteve solidária) migrou para oeste, arrastando consigo a bacia canadiana, enquanto que a placa euro-asiática se deslocou em sentido oposto, e com ela, também solidariamente, a bacia portuguesa.

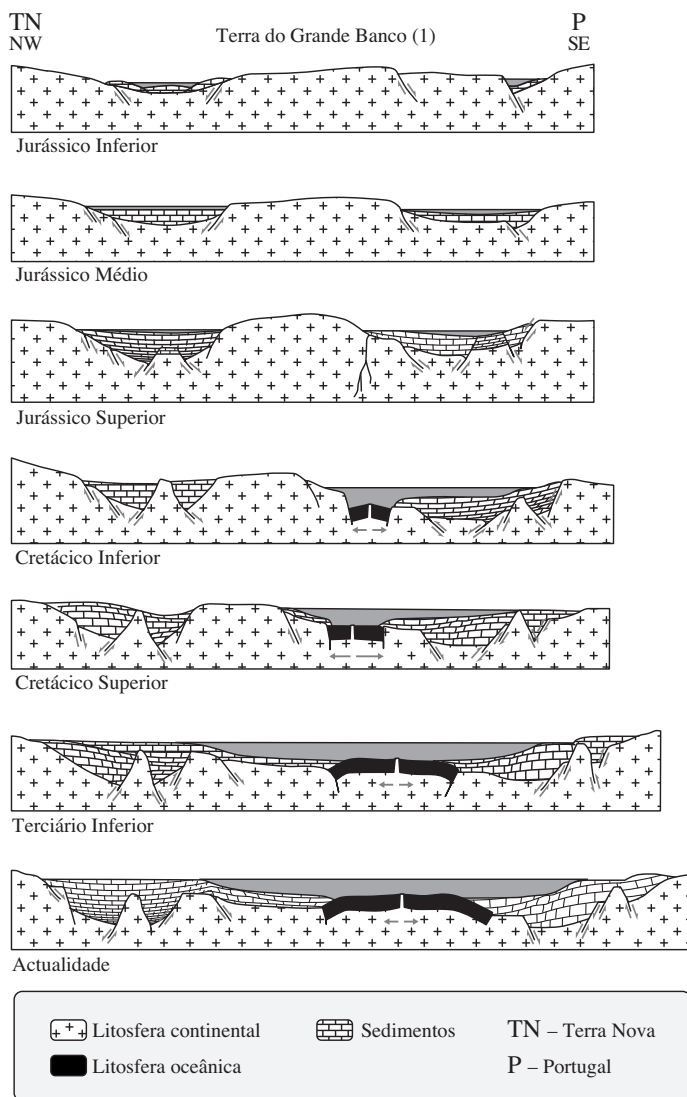


Fig. 3 – Representação esquemática da evolução do Atlântico norte, e em particular da margem continental portuguesa.

As zonas marginais do oceano recém-formado entram novamente em subsidência provocando a importante transgressão marinha (Cenomaniano – Turoniano, de há 100 a 90 M.a.). Entretanto e em consequência do mesmo fenómeno, a Terra do Grande Banco e o horst marginal português submergiram definitivamente. A partir do Cretácico Superior a sedimentação em curso na bacia portuguesa é interrompida em virtude de movimentos compressivos resultantes do campo de tensões induzido pela aproximação (de sul para norte) da placa africana e, grosso modo, contemporâneos de sucessivas fases da orogenia alpina. Tais deslocações provocaram a deformação das séries sedimentares e a emersão da parte oriental desta bacia. Nas áreas emersas passam a ter lugar, sobretudo, a erosão e a sedimentação de fácies continental. Nestas áreas só mais tarde o mar voltou a fazer algumas ligeiras penetrações, rítmicas e pouco persistentes, deixando disso testemunho nas séries sedimentares neogénicas, onde é evidente a alternância de fácies marinhas e continentais. Assim, a partir do Cretácico Superior a margem continental portuguesa evoluiu não só em função da expansão do Atlântico mas também como repercussão da orogenia alpina.

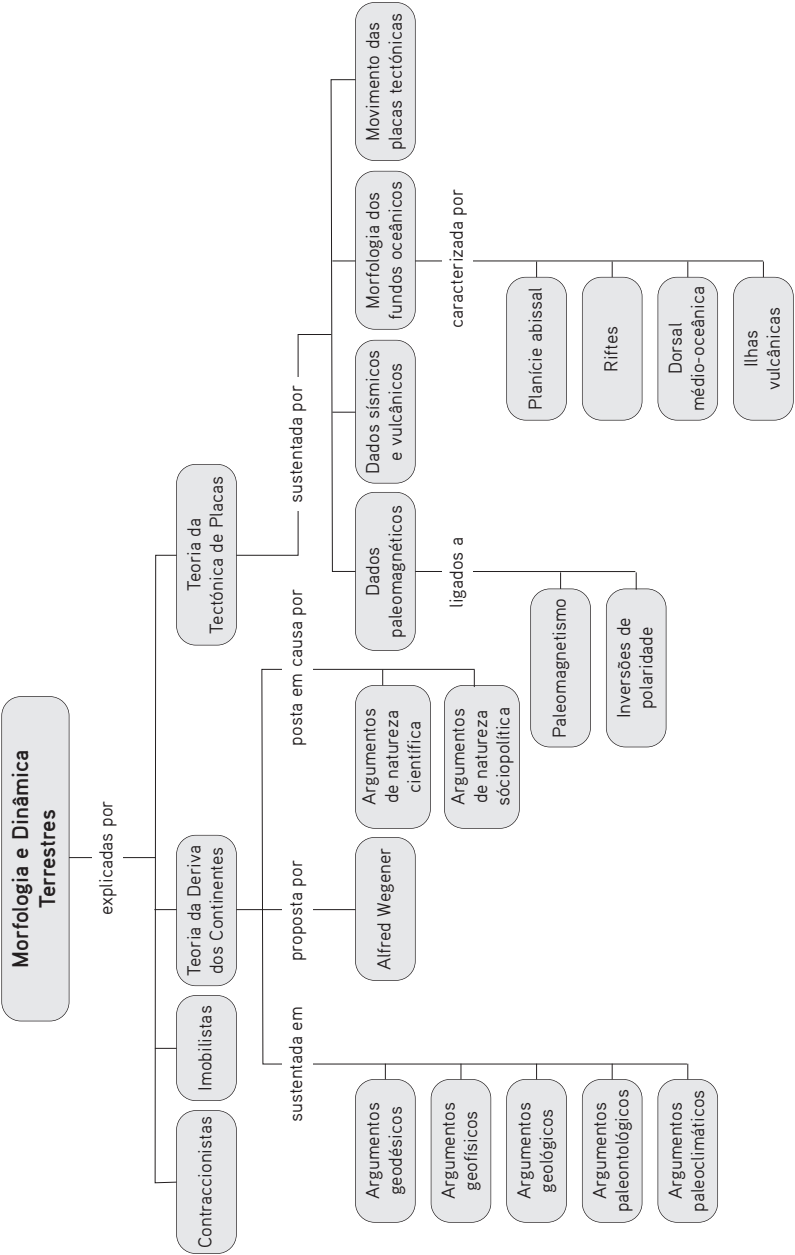
Finalmente, as oscilações do nível geral dos oceanos, relacionadas com as glaciações quaternárias (oscilações glacio-eustáticas), bem como o rejogar de algumas importantes fracturas (neotectónica alpina), deram à margem portuguesa a sua actual configuração.

In Geologia – petrogénese e orogénese, A. M. Galopim de Carvalho. Universidade Aberta, 1997

QUESTÕES

1. Refira qual a origem das bacias sedimentares formadas no início do Mesozóico e separadas por um *horst*.
2. Caracterize litologicamente os depósitos sedimentares que preencheram as duas bacias.
3. Que rochas registam a transgressão ocorrida no Jurássico Médio?
4. Que estrutura geológica contribuiu para a separação da Terra do Grande Banco da bacia portuguesa?
5. Que acontecimento tectónico é responsável pela deformação dos sedimentos acumulados na bacia portuguesa?
6. Situe no tempo, e de acordo com os dados o nascimento do Atlântico Norte, por evolução dos mares que o procederam.

5 – Mapa de conceitos



No CD_ProfASA poderá encontrar os restantes mapas de conceitos deste Tema.

Tema 2

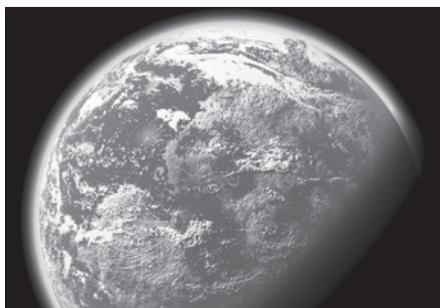
A História da Terra e da Vida

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

CAPÍTULO 2 – Tabela Cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas

CAPÍTULO 3 – Geo-história da Terra. A vida no Pré-Câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica

CAPÍTULO 4 – A História geológica de uma região



Recursos web e bibliografia

<http://www.geopor.pt>^(*)

<http://geologia.fc.ul.pt>^(*)

<http://www.museulourinha.org>^(*)

<http://www.ineti.pt>^(*)

ALVAREZ, W. (2000) *T. Rex e a cratera da destruição*. Lisboa: Bizâncio.

ANGUITA, F. (1988). *Origem y historia de la Tierra*. Madrid: Rueda.

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

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

^(*)Actualização permanente em <http://desafios.asa.pt>.

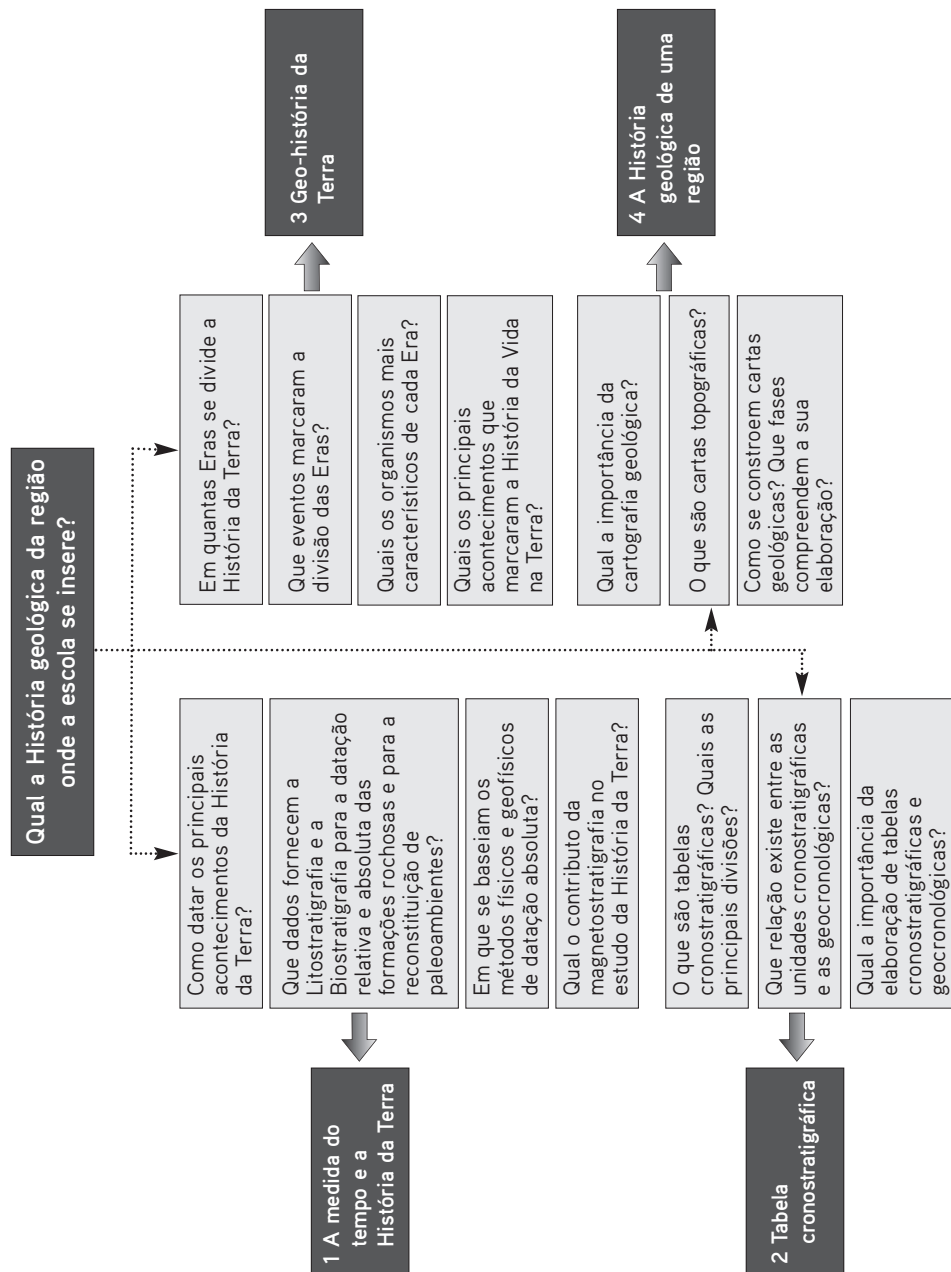
1 – Planificação a médio prazo

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
<i>Situação-problema: Qual a História geológica da região onde a escola se insere?</i>						1
1 A medida do tempo e a História da Terra. Exemplos de métodos de datação	- Utilizar tabelas cronostratigráficas e cartas geológicas. - Realizar pequenos cortes topográficos e geológicos. - Identificar elementos constitutivos da situação-problema.	- Reconhecer a necessidade de preservar as memórias históricas da Terra. - Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de pontos de vista diferentes.	A importância do conceito de tempo em Geologia. A existência de diferentes métodos de datação “absolutos” e “relativos”.		- Litostratigrafia - Formação – unidade litostratigráfica - Princípios litostratigráficos: - Sobreposição, - Continuidade lateral (rever 11.º ano) - Horizontalidade, Inclusão e Intersecção - Biostratigrafia - Biozona – unidade biostratigráfica - Princípio da Identidade - Paleontológica (rever 11.º ano) - Fósseis de identidade estratigráfica, característicos ou de idade (rever 11.º ano) - Dendrocronologia - Datações radiométricas - Magnetostratigrafia	2
1.1 “Relógios” sedimentológicos. Litostratigrafia. Ciclos de gelo-degelo.	Identificar elementos constitutivos da situação-problema.		O conceito de formação como unidade litostratigráfica fundamental e os princípios litostratigráficos.		- Biostratigrafia - Biozona – unidade biostratigráfica - Princípio da Identidade - Paleontológica (rever 11.º ano) - Fósseis de identidade estratigráfica, característicos ou de idade (rever 11.º ano) - Dendrocronologia - Datações radiométricas - Magnetostratigrafia	2
1.2 “Relógios” paleontológicos. Biostratigrafia. Dendrocronologia	- Problematizar e formular hipóteses. - Testar e validar ideias.	Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.	O conceito de biozona como unidade biostratigráfica e o Princípio da Identidade Paleontológica.		- Biostratigrafia - Biozona – unidade biostratigráfica - Princípio da Identidade - Paleontológica (rever 11.º ano) - Fósseis de identidade estratigráfica, característicos ou de idade (rever 11.º ano) - Dendrocronologia - Datações radiométricas - Magnetostratigrafia	1
1.3 Métodos físicos e geofísicos. Datações radiométricas. Magnetostratigrafia	- Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas. - Observar e interpretar dados.	Ver na investigação científica uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.				

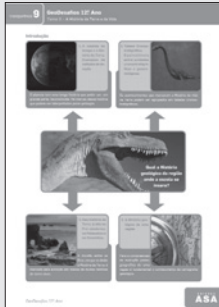
Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatizar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Nº de aulas previstas
2 Tabela cronostratigráfica. Equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas	• Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação. • Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	• Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo. • Assumir atitudes de defesa do património geológico.	• A contribuição dos vários métodos de datação referidos para a construção da tabela cronostratigráfica. A correspondência entre unidades geocronológicas. (Éon, Era, Período, Época e Idade) e unidades cronostratigráficas (Eonotema, Eratema, Sistema, Série, Andar). • As principais extinções em massa.	• A memorização pelos alunos de outras divisões do calendário geológico para além das Eras, salvo em situações de possibilidade de consulta do calendário geológico.	- Unidades geocronológicas: Éon, Era, Período, Época e Idade - Unidades cronostratigráficas: Eonotema, Eratema, Sistema, Série, Andar	3
3 Geo-história da Terra. A vida no Pré-Câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução paleogeográfica			• O aparecimento, evolução e extinção de inúmeros organismos no decurso da História da Terra.	• Um estudo detalhado de cada uma das Eras e dos respectivos organismos.	- Pré-Câmbrico: estromatólitos, os primeiros fósseis (procariontes, eucariontes e metazoários); a jazida de Ediacara - Paleozóico: a explosão câmbrica; a conquista do meio continental; as trilobites – extinção - Mesozóico: a expansão dos répteis; aparecimento dos mamíferos, pterossáurios, peixes teleosteos, aves e das primeiras angiospérmicas; amonites –	10

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatizar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Nº de aulas previstas
4 A História geológica de uma região 4.1 Cartografia geológica 4.2 Interpretação a partir de uma carta dos principais aspectos geológicos da região onde a escola se insere			- A importância das cartas geológicas como documentos científicos e técnicos fundamentais para um melhor planeamento e ordenamento do território. - Que as cartas geológicas são representações hipotéticas e bidimensionais de uma realidade complexa. O conhecimento dos símbolos e das regras utilizados na sua construção permite fazer reconstruções dos ambientes geológicos em termos de tempo e de espaço tridimensional.	- Uma abordagem detalhada dos vários conceitos, procurando quando as cartas geológicas da região onde se encontra a escola são muito complexas seleccionar zonas mais simples. - Na fase de construção de perfis e cortes a utilização de cartas geológicas de escala grande.	aparecimento e extinção; dinossáurios – aparecimento e extinção – Cenozóico – expansão dos mamíferos; primeiros homínidos; primeiro Homem – Carta geológica – Escalas – Altimetria – Planimetria e equidistância (revisão) – Perfil topográfico – Corte geológico – Coluna estratigráfica – Bloco-diagrama	14

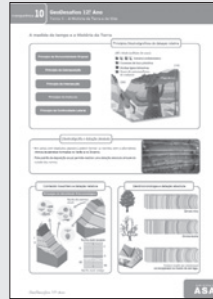
2 – Planificação a curto prazo



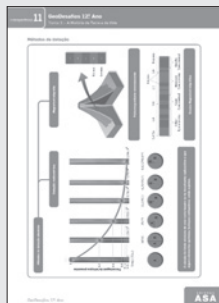
3 – Guião de exploração das transparências (tópicos a abordar/ sugestões de exploração)



- Apresentação da situação-problema.
- A medida do tempo e a idade da Terra.
- Diversidade de métodos de datação relativa e absoluta "relógios sedimentológicos", ciclos de gelo-degelo, "relógios paleontológicos", dendrocronologia).
- Métodos físicos e geofísicos – magnetostratigrafia.
- Tabela cronostratigráfica: equivalência entre unidades cronostratigráficas e geocronológicas.
- Geo-história: a vida ao longo do tempo geológico; evolução paleogeográfica.
- História geológica de uma região: cartografia geológica; cartas topográficas; cartas geológicas.



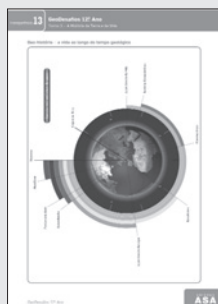
- Que informações nos fornecem as rochas para compreendermos o passado da Terra?
- Quais os princípios do raciocínio geológico que podemos utilizar para a interpretação da informação contida nas formações rochosas?
- Que tipo de datação podemos fazer a partir da análise de estratos?
- Qual a importância dos fósseis na datação das rochas?
- Qual o contributo da dendrocronologia para a datação absoluta?



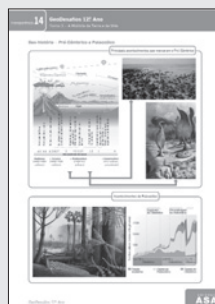
- Que métodos de datação absoluta estão disponíveis actualmente?
- Em que se baseia a datação radiométrica?
- A datação radiométrica pode ser utilizada em todo o tipo de rochas?
- Qual a importância da magnetostratigrafia para a datação absoluta?



- O que é uma tabela cronostratigráfica?
- Qual o contributo dos métodos de datação relativa e absoluta para a construção de tabelas cronostratigráficas?
- O que são unidades cronostratigráficas?
- Que relação pode ser estabelecida entre cronostratigrafia e geocronologia?



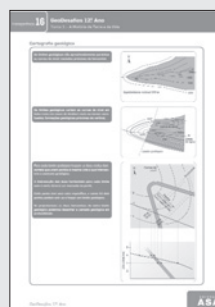
- Em quantas Eras se divide a História da Terra?
- Por que motivo o Pré-Câmbrico compreende a maior percentagem do tempo geológico?
- O que marca a divisão entre as diferentes Eras?



- Que acontecimentos marcaram o Pré-Câmbrico?
- Quais foram os primeiros seres vivos a surgir na Terra?
- O que são estromatólitos?
- Que tipo de fósseis caracterizam a Jazida de Ediacara?
- Quando se inicia o Paleozóico?
- Em que períodos se divide esta Era?
- Que formas de vida se desenvolveram ao longo desses períodos?



- Quais os acontecimentos que marcaram o Mesozóico?
- Que formas de vida tiveram o seu apogeu nesta Era?
- Que formas de vida iniciaram o seu processo evolutivo no Mesozóico?
- Em que períodos se divide?
- Que acontecimento marca o fim desta Era?
- Que formas de vida dominam o Cenozóico?
- Em que período desta Era surgem os primeiros homínidos?



- Quais as aplicações da cartografia geológica?
- O que são cartas topográficas?
- Qual a importância das cartas topográficas na elaboração de cartas geológicas?
- O que são cartas geológicas?
- Como elaborar um corte geológico?

4 – Documentos de ampliação

Actividade laboratorial: Datação absoluta - dendrocronologia

As árvores possuem importantes evidências do passado. As suas fases de crescimento, registadas em anéis visíveis num tronco, guardam evidências de cheias, secas, ataques de insectos, quedas de relâmpagos e até mesmo de sismos.

Todos os anos as árvores crescem. Esse crescimento corresponde a um anel e depende da quantidade de água que está disponível. Esta varia ao longo dos anos, afectando a formação dos anéis. Os cientistas usam anéis padronizados para reconstruir, por exemplo, o historial de secas de uma região ou mesmo de variações climáticas. Este ramo do conhecimento, dendrocronologia, iniciou-se no início do século XX por um astrónomo americano, Andrew Ellicott Douglass. Os anéis largos indicam um rápido crescimento da árvore nesse ano (provável indicação de bom tempo nesse ano) enquanto que os anéis estreitos indicam crescimento lento (provável indicação de um ano de secas ou temperaturas muito baixas).

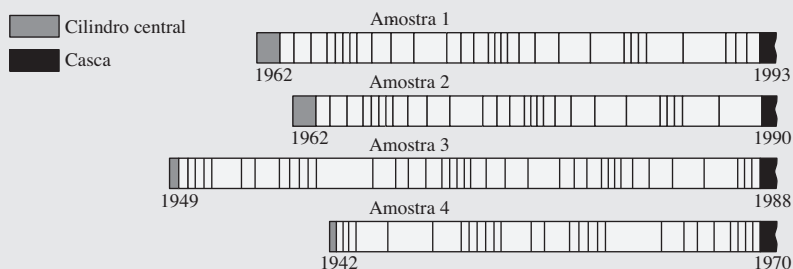
Contando o número de anéis de uma árvore, podemos determinar com alguma precisão a idade da árvore, o seu estado de desenvolvimento (existência de doenças, por exemplo) e o período do ano em que mais cresce.

Hoje em dia, os dendrocronologistas raramente cortam uma árvore para analisar os seus anéis. Em vez disso, retiram uma amostra cilíndrica do tronco com uma broca. Conseguem assim, uma espécie de sonda, com aproximadamente 4 mm de diâmetro. O buraco que se formou da recolha da amostra é fechado para evitar doenças.

Material

Amostras (simuladas) de anéis de árvores, recolhidas na mesma área geográfica:

- 1.ª Amostra – recolhida de um pinheiro vivo (amostra recolhida em 1993).
- 2.ª Amostra – recolhida de um tronco usado para uma trave numa quinta.
- 3.ª Amostra – recolhida de um tronco caído no meio da floresta.
- 4.ª Amostra – recolhida de um tronco usado num celeiro.



Procedimentos

- 1. Recorte, a partir de uma fotocópia, cada uma das amostras.
- 2. Determine a idade de cada árvore, contando os anéis de cada amostra, sem incluir o primeiro e o último anel.
- 3. Registe as idades das amostras na tabela seguinte.

Amostra	Idade da árvore	Ano da recolha	Início do crescimento
1		1993	
2			
3			
4			

- 4. As amostras 2, 3 e 4 foram recolhidas de troncos de árvores cuja data de corte é desconhecida. **Como proceder para determinar o número de anos em que ocorreu o abate da árvore?**
- 5. Faça corresponder as amostras para estabelecer um padrão de anéis comum.

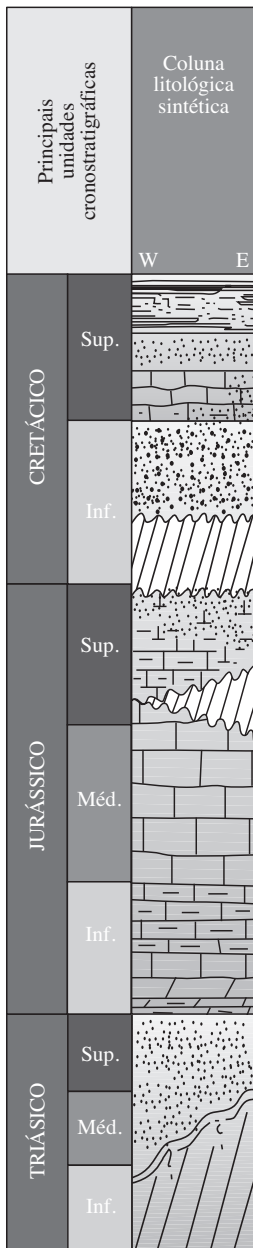
QUESTÕES

- 1. Faça uma breve descrição do clima na zona onde as amostras foram recolhidas no ano de 1993.
- 2. Sabendo que o fraco crescimento das árvores ocorre em períodos de seca, indique, justificando, os anos em que houve secas.
- 3. Na zona onde as amostras foram recolhidas, pode dizer-se que houve mais períodos de seca ou de precipitação? Justifique a sua resposta.

Correlação entre as amostras:



Geologia e estratigrafia do Baixo Mondego



O Baixo Mondego está integrado no sector setentrional da Orla mesocenozóica Ocidental. O Baixo Mondego corresponde a uma vasta zona sedimentar que se prolonga de Coimbra até ao Atlântico. Este espaço possui uma cobertura sedimentar de idade mesocenozóica constituída por rochas detríticas e carbonatadas.

As unidades estratigráficas formam uma coluna espessa, com uma discordância na base que a separa dos metassedimentos pré-câmbrios e paleozóicos. Abrange um intervalo que se estende desde o Triásico Superior até à actualidade.

As formações mesozóicas são, para a maioria dos autores, as mais relevantes.

Cretácico

Amplamente representado na região do Baixo Mondego, por unidades que representam duas fases bem distintas da evolução geodinâmica da margem continental oeste.

A primeira destas fases reflecte a tendência transgressiva verificada na bacia oceânica. Merece destaque a existência de um extenso corpo carbonatado, particularmente rico em fósseis de invertebrados marinhos e tradutor de paleoambientes de plataforma carbonatada, aberta ou com franjas recifais. As associações faunísticas recolhidas nesta unidade carbonatada permitiram o seu correcto posicionamento cronostratigráfico. Pelo contrário, o registo continental é indissociável de um importante controlo tectónico regional, de que é exemplo a "falha da Nazaré".

Jurássico Superior

O Jurássico superior aflora apenas nos sectores mais ocidentais do Baixo Mondego (Serras da Boa Viagem, Alhadas e Verride). Em termos estratigráficos, verifica-se a existência de uma lacuna significativa relativamente às unidades da base do Caloviano superior. A descontinuidade envolvida indicia uma descida importante do nível do mar, provavelmente relacionada com a segunda fase de rifting do Atlântico Norte. O registo sedimentar recomeça somente no Oxfordiano Médio associado a novo episódio transgressivo, com depósitos essencialmente lacustres ou lagunares intercalados com algumas bancadas de fácies marinha litoral.

Jurássico Médio

A sedimentação torna-se progressivamente mais carbonatada, denotando-se um pólo com mais calcário na bordadura da bacia.

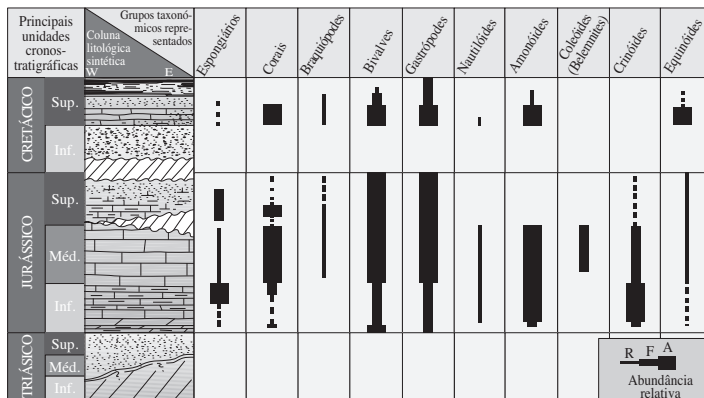
Jurássico Inferior

Consiste numa sucessão de rochas carbonatadas, que possui fósseis de bivalves e de gastrópodes, denotando já influências marinhas ténues.

Triásico Superior

Os afloramentos da base do Mesozóico português expostos na região, assentam discordantemente sobre materiais do Maciço Hespérico e correspondem a depósitos detríticos que se encontram dispostos segundo uma faixa alongada (Aveiro – Tomar) situada na bordadura da Orla Mesocenozóica Ocidental, ou no seio de formações mais recentes. Este grupo atinge o seu desenvolvimento máximo na periferia de Coimbra. Foram inicialmente descritos por P. Choffat (1880-1903), que os designou como GRÊS DE SILVES.

Através da análise das rochas sedimentares que afloram neste local e do seu conteúdo fóssil, é possível elaborar quadros que resumem as unidades litológicas organizadas cronostatigraficamente, associadas à distribuição dos vários grupos de fósseis.



<http://fossil.uc.pt/pags/htbaix.dwt> – adaptado^(*)

QUESTÕES

- Refira a a que Era pertencem os terrenos onde está integrado o Baixo Mondego.
- Indique quais as litologias predominantes em toda a área.
- Relativamente ao Cretácico, indique:
 - as duas fases de evolução geodinâmica responsável pelas características geológicas da zona datadas com esta idade;
 - um exemplo de um acidente tectónico que seja testemunho da evolução geodinâmica continental.
 - as referências paleontológicas que permitiram a reconstrução paleoambiental e cronostatigráfica.
- Selecione a opção que permite completar correctamente a frase seguinte.
Os termos Caloviano Superior e Oxfordiano definem...
 - Períodos.
 - Eras
 - Andares.
 - Temas.
- Refira como se designa a unidade mais característica do Triássico.
- Dos grupos de seres vivos representados na tabela refira:
 - os grupos mais abundantes do Jurássico.
 - os grupos menos abundantes do Jurássico.
 - o grupo que melhor auxilia na datação do Cretácico.
- Justifique a resposta dada na alínea c da questão anterior.

^(*)Actualização permanente em <http://desafios.asa.pt>.

A história do O₂

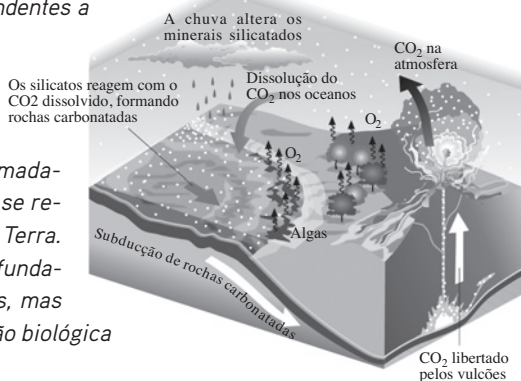
Há dois gases que predominam na atmosfera: oxigénio (O₂) e azoto (N₂). O azoto é praticamente inerte e tem um tempo médio de permanência na atmosfera de aproximadamente 1000 M.a. Em contrapartida, o oxigénio tem sido continuamente produzido por processos biológicos nos quais ocorre a oxidação de moléculas de água através da energia solar. É muito provável que este gás não tenha integrado a atmosfera primitiva: é altamente reactivo e estima-se que tenha um tempo de duração na atmosfera de aproximadamente 4 M.a. Ainda assim, o O₂ constituiu um volume de 10 a 30% da atmosfera nos últimos 500 M.a. **Como conseguiu o O₂, gás fundamental para a evolução da vida animal e vegetal, tornar-se no segundo gás mais abundante na atmosfera terrestre?**

A explicação é mais complexa do que pode parecer. Para que entendamos como tudo ocorreu, temos que saber não só quando e onde o O₂ se gerou, mas também como foi possível persistir na atmosfera em elevadas concentrações.

O elemento oxigénio (O) é produzido na sequência de um conjunto de reacções de fusão nuclear do hélio (He) nas estrelas. Depois de produzido, integrou a Terra associado quimicamente a outros elementos. A partir de uma série de ciclos de aquecimento e arrefecimento, o oxigénio (O) reagiu com outros dois elementos muito abundantes – o Si e o C – para formar dois dos principais aniões, que, ligados a cатиões metálicos, originaram a maioria dos minerais que constituem a crosta e o manto e, ainda, água quando ligada ao H (hidrogénio). Adicionalmente, os meteoritos e os cometas terão sido uma fonte de água, mas as proporções correspondentes a cada uma das possíveis fontes não são bem conhecidas.

Independentemente da origem da fonte, sabe-se, por datação radiométrica, que a água líquida existe no planeta há aproximadamente 200 M.a., após o fim da acreção que se registou nos estados iniciais de formação da Terra. A água no estado líquido é uma condição fundamental para a vida, tal como a conhecemos, mas não constitui por si só uma fonte de produção biológica de oxigénio.

Apesar de a água ser oxidada por radiações ultravioleta, a quantidade de oxigénio libertado é muito baixa. A principal fonte de oxigénio é a fotossíntese. Este mecanismo terá sido, primeiramente, levado a cabo por bactérias. Mecanismos de endossimbiose contribuíram para a passagem desta via metabólica para seres vivos, sucessivamente mais complexos até ao surgimento de plantas e algas. Dessa via metabólica o oxigénio é libertado como um produto da fotólise das moléculas de água, os prótons e electrões que daí resultam servem para reduzir moléculas de CO₂ e formar moléculas orgânicas mais complexas. Em termos de escala temporal, estas reacções apareceram quase simultaneamente



com uma outra via metabólica, a respiração, durante a qual há consumo de oxigénio. Daqui depreende-se que a produção de oxigénio seja quase nula. Por outras palavras, a evolução do oxigénio a partir da fotossíntese foi importante mas não o suficiente para oxidar a atmosfera.

Uma oxidação de grande escala requer o armazenamento a longo prazo, de substâncias redutoras, como o carbono orgânico. Tal depósito está presente na crosta.

A sedimentação, o choque de placas (com enrugamento de sedimentos que passam a constituir as massas continentais) e a subducção constituem os três principais mecanismos de armazenamento de matéria orgânica. A dinâmica da litosfera é responsável pelo afundamento destes sedimentos bem como da matéria orgânica armazenada. Nas zonas de subducção todo este material atinge o manto, sofre aquecimento e origina magmas que são expelidos pelos vulcões. Durante estes episódios há emissões gasosas, a partir das quais ocorre devolução de parte dos componentes orgânicos à atmosfera. Deste modo, a matéria que sofre afundamento transporta consigo compostos redutores resultantes da oxidação da água e que contribuem, em larga escala, para a oxidação da atmosfera.

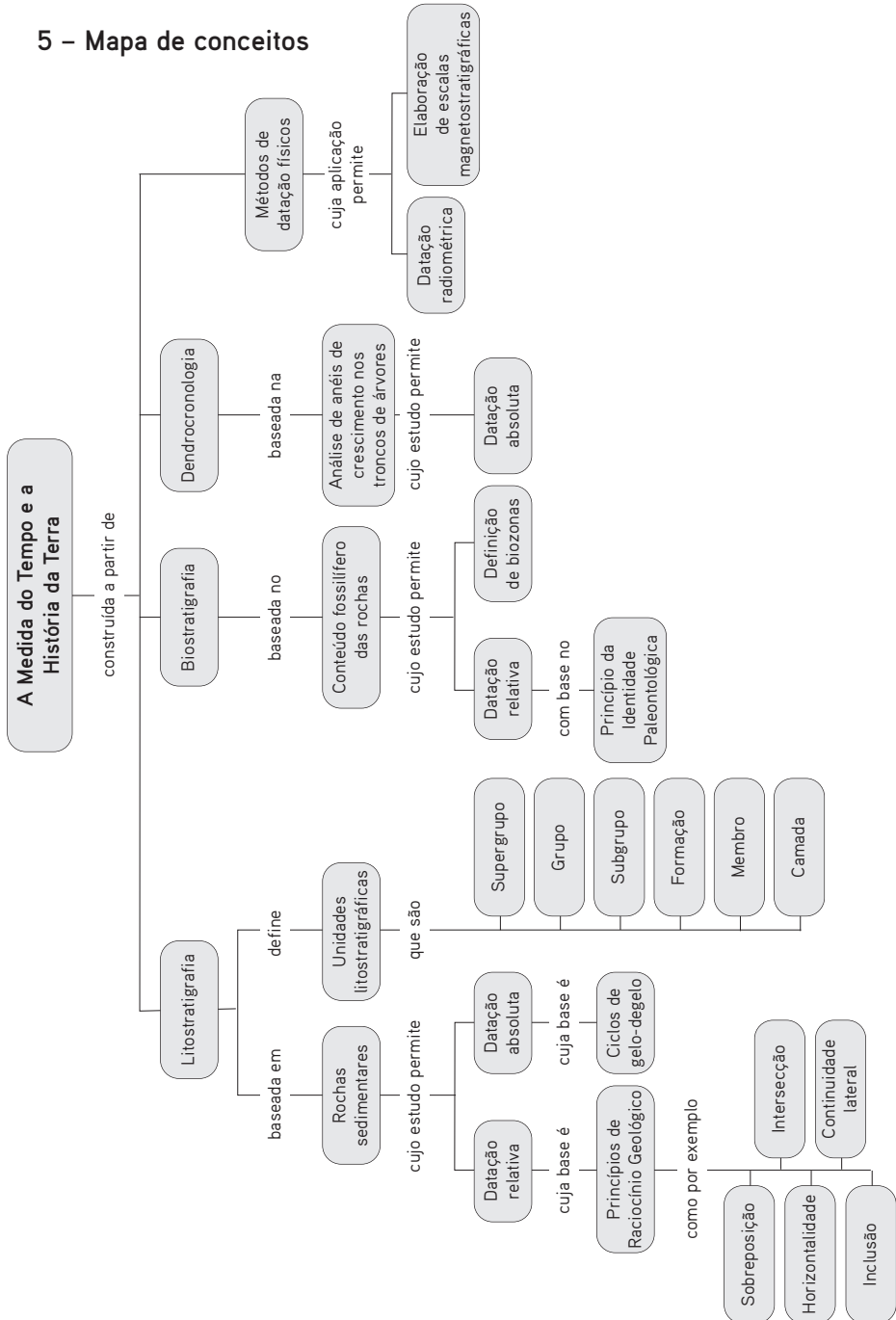
A quantidade de oxigénio, existente na atmosfera, depende da relação entre a concentração que se liberta durante a fotossíntese e a quantidade que se consome durante a respiração; assim, para se originar uma atmosfera rica em oxigénio, deve haver uma quantidade de matéria orgânica superior em afundamento àquela que é utilizada durante a respiração. O afundamento de elevadas quantidades de organismos, há 750 M.a., provocou a redução da matéria orgânica e o aumento do teor de O_2 na atmosfera. Esta variação pode ter estado na origem da explosão de vida animal do Câmbrio.

Revista Science, vol. 322, Outubro de 2008 – adaptado

QUESTÕES

1. Classifique cada uma das afirmações seguintes em Verdadeira (V) ou Falsa (F).
 - A) O oxigénio integra a atmosfera terrestre desde a sua formação.
 - B) Grande parte do oxigénio que integra a crosta faz parte da composição química de minerais como silicatos.
 - C) A fonte mais provável da água que se acumulou nos oceanos terá resultado de fenómenos de precipitação.
 - D) Durante a respiração, ocorre degradação de compostos orgânicos, com libertação de O_2 .
 - E) A via metabólica em que ocorre oxidação da água integra as reacções da fotossíntese.
 - F) A principal fonte de oxigénio atmosférico é a fotossíntese levada a cabo por algas.
 - G) Os primeiros organismos fotossintéticos eram eucariontes.
2. Explique que mecanismos tectónicos são responsáveis pelo afundamento da matéria orgânica, que se acumula nos sedimentos, no manto terrestre.
3. A partir da informação do artigo, esclareça qual a principal origem do O_2 atmosférico.
4. Com base no texto, apresente exemplos de interacções entre os subsistemas terrestres.

5 – Mapa de conceitos



Tema 3

A Terra ontem, hoje e amanhã

CAPÍTULO 1 – A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e dinâmica litosférica

CAPÍTULO 2 – Mudanças ambientais na História da Terra e evolução da espécie humana

CAPÍTULO 3 – O Homem como agente de mudanças ambientais

CAPÍTULO 4 – Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais



Recursos web e bibliografia

[http://www.ineti.pt\(*\)](http://www.ineti.pt(*))

[http://minacovamouros.sitepac.pt\(*\)](http://minacovamouros.sitepac.pt(*))

[http://oficina.cienciaviva.pt\(*\)](http://oficina.cienciaviva.pt(*))

[http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/\(*\)](http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/(*))

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

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

MARTINS CARVALHO, J. e Amador, F. (2001). Águas subterrâneas: uma abordagem metodológica in *Cadernos Didáticos*, n.º 2, Lisboa: ME/DES.

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

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

(*) Actualização permanente em <http://desafios.asa.pt>.

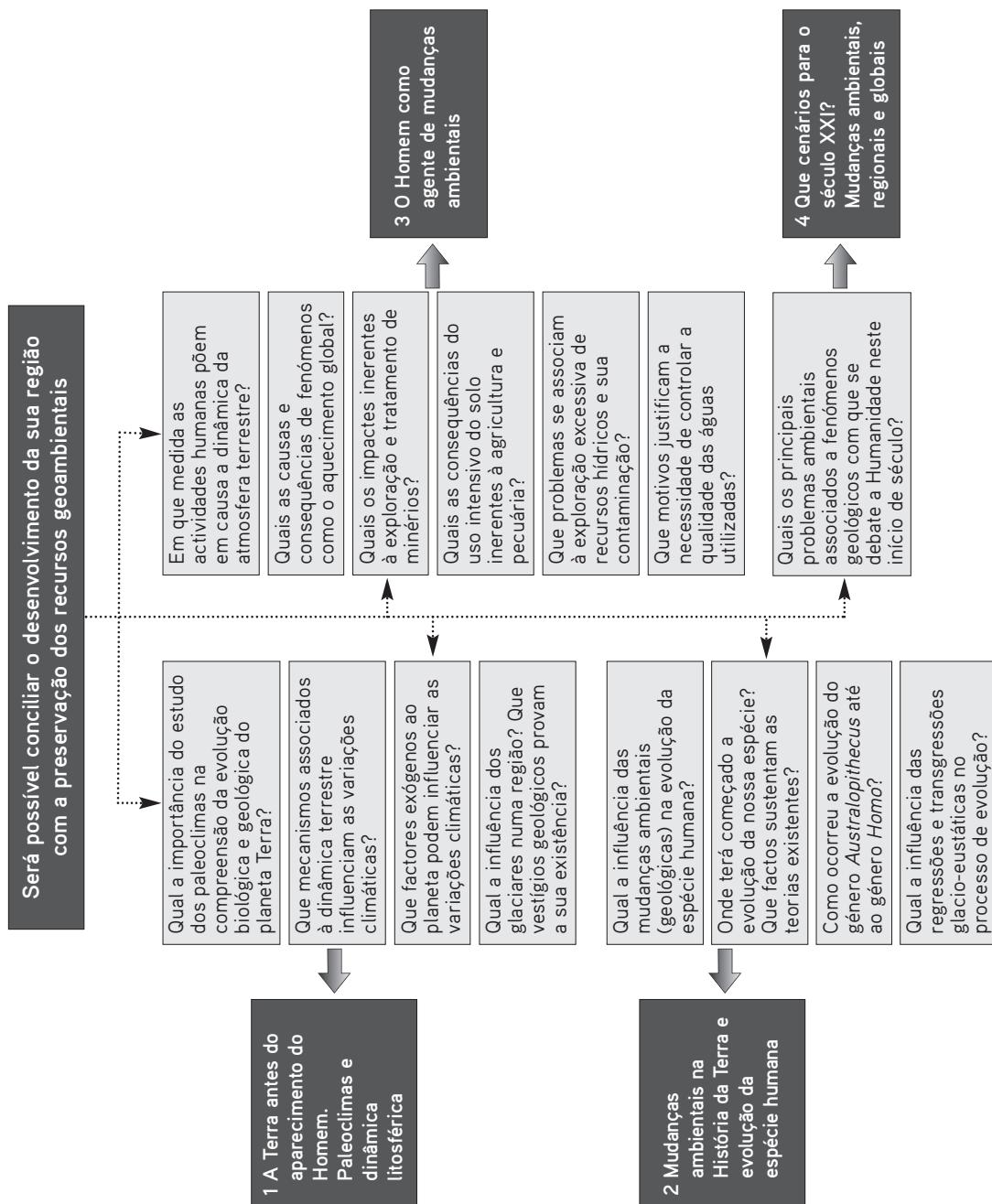
1 – Planificação a médio prazo

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatar... ...	Evitar... ...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
<i>Situação-problema:</i> Será possível conciliar o desenvolvimento da sua região com a preservação dos recursos geoambientais? 1 A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e dinâmica litosférica	- Identificar elementos constitutivos da situação-problema. - Problematicar e formular hipóteses. - Testar e validar ideias. - Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas. - Observar e interpretar dados. - Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.	- Reconhecer as contribuições da Geologia nas áreas da: - prevenção de riscos geológicos, - ordenamento do território, gestão de recursos ambientais e educação ambiental. - Assumir opiniões suportadas por uma consciência ambiental com bases científicas. - Aceitar que muitos problemas podem ser abordados e explicados a partir de diferentes pontos de vista. - Assumir atitudes de rigor e flexibilidade face a novas ideias.	A complexidade do problema das variações climáticas e chamar a atenção para a existência de uma série de mecanismos, astronómicos e geoquímicos, responsáveis por estas alterações, para além dos que estão directamente ligados à dinâmica terrestre e que são alvo de estudo na Geologia do 12.º ano.	Aprofundar o estudo dos climas e dos mecanismos astronómicos e geoquímicos condicionantes de variações climáticas.	- Paleoclimas - Mecanismos associados à dinâmica terrestre que influenciam as variações climáticas - Períodos glaciares-glaciações - Períodos interglaciares - Moreias - Tipos de glaciares - Torrente subglacial - Blocos erráticos - Rochas estriadas - Crevasses - Tiltilos	1 5

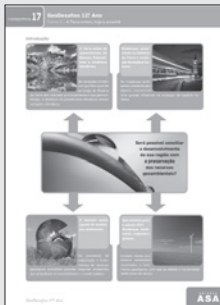
Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatizar ...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
	Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita.	Ver na investigação científica uma via importante que pode contribuir para a resolução de muitos problemas.				
2 Mudanças ambientais na História da Terra e evolução da espécie humana			A influência das mudanças ambientais (geológicas) na evolução da espécie humana.	O tratamento exaustivo da origem e evolução da espécie humana.	- Género <i>Homo</i> (<i>Homo habilis</i>, <i>Homo erectus</i>, <i>Homo sapiens</i>) - Regressões e transgressões glacio-eustáticas - Terraços marinhos e fluviais	3
3 O Homem como agente de mudanças ambientais		- Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho individual e cooperativo. - Assumir atitudes de defesa do património geológico.	A existência de sinais de aquecimento global e a necessidade de se tomarem medidas que permitam um desenvolvimento sustentável, não deixando de referir, contudo, as polémicas que na actualidade dividem os cientistas e os políticos.	O tratamento exaustivo, em termos físicos e químicos, do fenómeno de efeito de estufa.	- Recursos, reservas e consumos energéticos - Efeito de estufa (sinais de aquecimento)	1
3.1 Aquecimento global						
3.2 Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente			Os impactos ambientais que podem ser provocados durante os processos de exploração e tratamento de recursos geológicos.	O estudo pormenorizado dos diferentes tipos de extracção e de beneficiação de minérios.	- Recurso e reserva (revisão do 11.º ano) - Minério (revisão do 11.º ano) - Tipos de exploração mineira e respectivos impactos ambientais	4

Conteúdos conceptuais	Competências procedimentais	Competências atitudinais	Enfatar...	Evitar...	Factos, modelos, conceitos e teorias	Blocos lectivos
3.3 Exploração e modificação dos solos			A necessidade de minimizar os problemas decorrentes do uso intensivo, através de actividades humanas como a agricultura e a pecuária, dos solos.	Referências a classificações de solos.	- Solo – formação - Perfil de solo - Horizontes de um solo - Preservação de solos - Contaminação dos solos	4
3.4 Exploração e contaminação das águas			- Os problemas associados à exploração excessiva de recursos hídricos e à sua contaminação. - A necessidade de em termos de saúde pública controlar a qualidade das águas utilizadas.		- Aquífero (revisão do 11.º ano) - Infiltração e percolação - Modos de exploração das águas superficiais e subterrâneas e respectivos impactes ambientais - Causas de contaminação - Águas termais, minerais e de nascente	8
4 Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais			Sintetizar os principais problemas ambientais associados a fenómenos geológicos com que se debate a Humanidade neste início de século.		Interação do subsistema terrestre geosfera com os subsistemas biosfera, hidrosfera e atmosfera	4

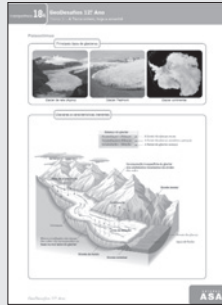
2 – Planificação a curto prazo



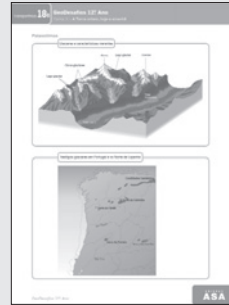
3 – Guião de exploração das transparências (tópicos a abordar/ sugestões de exploração)



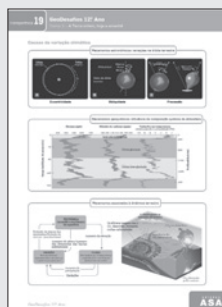
- O que são paleoclimas? Qual a importância do seu estudo para a compreensão da evolução biológica e geológica do planeta?
- Que fatores condicionaram as variações do clima ao longo da História da Terra?
- Como ocorreu a evolução da nossa espécie?
- Que fatores tiveram influência sobre essa evolução?
- Que mudanças ambientais têm ocorrido nos últimos anos fruto de atividades humanas?
- Em que medida a sobreexploração de recursos minerais, solo e água contribuiu para a sua degradação?
- Que cenários se prevêem para o futuro face às mudanças ambientais?



- É possível reconstituir a História da Terra a partir de vestígios de paleoclimas?
- O que são glaciares? Que tipos de glaciares se conhecem?
- Em que medida podemos considerar os glaciares como modeladores da paisagem?



- Que características da paisagem resultam do poder erosivo do movimento dos glaciares?
- Que características do relevo são características de zonas glaciares?
- Há vestígios de glaciares em Portugal resultantes da última glaciação? Onde se localizam?



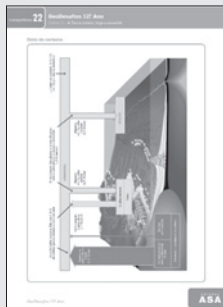
- Que mecanismos são responsáveis pelas variações climáticas que ocorreram ao longo da História da Terra?
- Como podem as variações da órbita terrestre ter influência no clima do planeta?
- Que características inerentes à geodinâmica do planeta podem contribuir para as variações do clima?



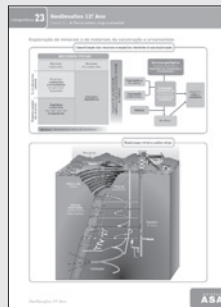
- Onde terá começado a evolução dos homínidos?
- Qual a influência dos fatores ambientais na evolução dos homínidos?
- Como se processou a evolução do género *Australopithecus* até ao género *Homo*?
- Qual a influência das glaciações do Quaternário na migração dos homínidos?



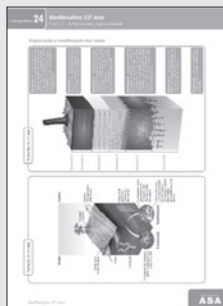
- Como ocorre a entrada de carbono nos ecossistemas?
- Quais os processos biológicos e geológicos responsáveis pela sua circulação nos subsistemas terrestres?
- Quais os processos biológicos e geológicos responsáveis pelo retorno do carbono à atmosfera?
- Que factores podem contribuir para a alteração deste ciclo? Quais as consequências deste facto para os ecossistemas?



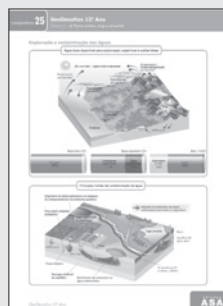
- O que é o efeito de estufa?
- Que actividades podem contribuir para a emissão de gases com efeito de estufa?
- Quais os principais gases com efeito de estufa?
- Que relação existe entre o agravamento do efeito de estufa e o aquecimento global?
- Quais as consequências do aquecimento global para os ecossistemas? E para a saúde humana?
- Que soluções existem para a resolução deste problema?



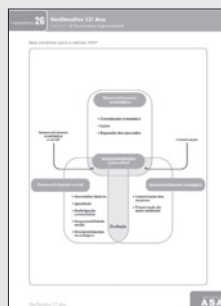
- Qual a diferença entre recurso e reserva?
- Como podem explorar-se os recursos minerais?
- Quais os impactos da exploração de recursos minerais, ao nível dos ecossistemas e da saúde humana?



- Que fenómenos estão na base da formação dos solos?
- Quais os componentes do solo?
- Quais as características de cada um dos horizontes em que o solo se divide?
- Que actividades humanas põem em causa a integridade de um solo?
- Quais as causas naturais que podem ser potenciadas pelo Homem e ter como consequência a degradação do solo?



- Onde se encontra disponível água doce para consumo?
- Como pode ser explorada a água superficial? E a subterrânea?
- Quais as causas da contaminação das águas superficiais e subterrâneas?
- Quais os impactos da degradação dos recursos hídricos?



- Que cenários se prevêem para o século XXI, em resultado da sobreexploração dos recursos naturais?
- Quais os principais problemas ambientais com que se depara o mundo actualmente?
- Qual o papel dos governos nesta problemática ambiental? E da sociedade? E dos indivíduos em particular?
- Por que motivo estes assuntos geram tanta polémica?

4 – Documentos de ampliação

Projecto GRIP – Perfuração nas calotes da Antárctida e Gronelândia

Na estação de Vostok, na Antárctida, um conjunto de cientistas russos desenvolvem estudos desde 1960 para reconstituir a História climática do nosso planeta, escondida no gelo. Nos anos 70, os cientistas conseguiram atingir perfurações entre os 500 e os 952 m de profundidade no leste da Antárctida. Dessas perfurações recolheram amostras de gelo onde eram evidentes as camadas que se produziram, ano após ano, pela sobreposição de neve. Através de uma meticulosa contagem, do topo para a base, conseguiram chegar a um valor para a idade do gelo, da mesma forma que se procede com a contagem dos anéis do tronco de uma árvore.

Esta análise estratigráfica do gelo permite inferir sobre as temperaturas das épocas em que essas camadas se formaram. Quando, no gelo, a relação entre as concentrações de Oxigénio-18/Oxigénio-16 é baixa, isto significa que a camada se formou em épocas em que a temperatura da atmosfera era relativamente baixa. Elevadas concentrações de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e outros gases com efeito de estufa presentes numa camada de gelo são indicadores de épocas mais quentes.

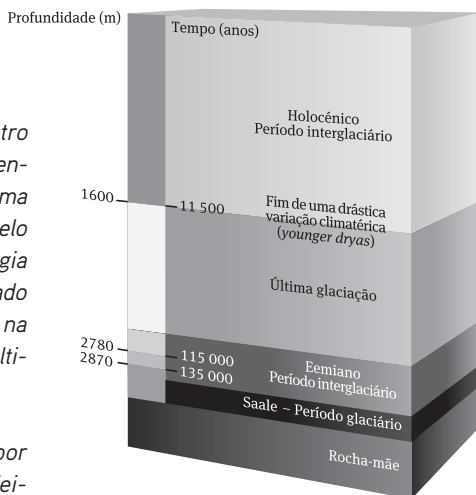
No início dos anos 90, as perfurações em Vostok atingiram uma profundidade de 2755 m, tendo-se conseguido alcançar camadas de gelo formadas durante a última glaciação e também durante o período interglaciário que a precedeu. Esta camada corresponde a uma acumulação de gelo de aproximadamente 160 000 anos. As amostras analisadas demonstram que durante a última glaciação, a Antárctida era mais fria e seca do que nos últimos 11 000 anos do actual período interglaciário. As variações verificadas nas concentrações dos isótopos de oxigénio demonstram que as modificações na órbita terrestre – ciclos de Milankovitch – têm grande influência na alteração de períodos glaciares para períodos interglaciários. A concentração de CO_2 nas camadas de gelo estudadas é muito inferior durante os períodos relativos a épocas glaciares.

No Ártico, numa calote da Gronelândia, em 1992, um grupo de cientistas, após 2 anos de perfurações, conseguiu atingir os 3000 m de profundidade. O projecto GRIP (The Greenland Ice Core Project) constitui um exemplo de cooperação internacional de cientistas europeus. Este projecto, financiado pelo Fundo Europeu para a Ciência, conta com colaborações governamentais de países como a Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Islândia, Itália, Suíça e Reino Unido. As perfurações conseguidas alcançaram camadas de gelo formadas na última glaciação (entre os 11 000 e os 115 000 anos) e no período interglaciar (entre os 115 000 e os 135 000 anos) que a precedeu.

No diagrama evidenciam-se as camadas de gelo perfuradas e a idade correspondente à última glaciação e anterior período interglaciário.

A 30 km da zona de perfuração, um outro grupo de cientistas americanos (U.S. Greenland Ice-Sheet Project – GISP2) realizou uma série de perfurações. Os dados obtidos pelo GRIP e pelo GISP2 corroboram a cronologia elaborada em Vostok, tendo-se confirmado as variações climáticas e as alterações na composição química da atmosfera, nos últimos 250 000 anos.

Estes estudos requerem muita perícia por parte dos investigadores. Têm que ser feitos mediante condições muito rigorosas para que o gelo não derreta ou se contamine com impurezas, que podem dificultar os cálculos de concentrações dos elementos químicos, nomeadamente de CO_2 .



Fonte: Grotzinger et al., *Understanding Earth* (5.ª Ed.). W. H. Freeman and Company. Nova Iorque 2007

QUESTÕES

1. Indique que relação deve haver entre os isótopos de oxigénio para que se conclua que a amostra de gelo em análise se formou durante um período glaciário.
2. Explique qual a importância destes estudos na compreensão da dinâmica atmosférica do nosso planeta.
3. Em que medida estes estudos auxiliam na compreensão do fenómeno do aquecimento global?
4. Comente a afirmação: “Os estudos com amostras de gelo são particularmente minuciosos”.
5. Refira-se à importância da formação de equipas de investigadores de diferentes países para o sucesso da investigação científica.

Descobertas paleontológicas justificam centro de investigação Vale do Lis rico em fósseis

Vestígios de ossos, utensílios e de habitats no vale do Rio Lis vão ser objecto de vários trabalhos de investigação, permitindo a transformação deste local num espaço de estudo único na Europa, considerou Vítor Lourenço, vereador da Cultura de Leiria. Nos vales fluviais dos afluentes do rio Lis – a ribeira do Lapedo, das Chitas e do Padrão – foram detectados vários vestígios que deram origem a mais de 70 estações arqueológicas, da responsabilidade da autarquia e tuteladas pelo Instituto Português de Arqueologia. “Do ponto de vista da Câmara queremos estudar, inventariar e preservar e depois o Instituto Português de Arqueologia vai gerir toda a investigação no terreno”, afirmou Vítor Lourenço.

Na zona do Lapedo, foi encontrado, em Dezembro de 1997, o fóssil com 24 500 anos de um menino de quatro anos. Esta descoberta prova a ligação e cruzamento do Homem moderno com o Homo neanderthalensis. A autarquia projectou um centro de investigação, mas o projecto poderá ser alargado do ponto de vista regional. “A recolha de toda a informação sobre aquele vale poderá dar origem a um parque científico de grande importância”, explicou. O autarca salientou que a “grande quantidade e variedade de fósseis encontrados” já obrigou a alterações na carta arqueológica e os locais já foram inseridos no Plano Director Municipal como “sítios a preservar”. Este evento, que teve início no dia 30 de Setembro no castelo de Leiria e que terminou a 30 de Março de 2006, foi o primeiro passo para um “futuro grande centro de investigação europeia na área do Paleolítico”.

“O menino do Lapedo é a nossa descoberta fóssil mais importante. Uma das zonas com mais potencialidades paleontológicas da Península Ibérica é Leiria, uma situação que tem a ver com a geomorfologia destes vales fluviais”, afirmou Eugénia Cunha, Universidade de Coimbra. À semelhança de outros locais na Pré-História, os homínídeos povoaram as margens dos rios e dos ribeiros, mas a existência de grutas calcárias permitiu uma melhor conservação dos fósseis. “Há condições taxonómicas muito boas para conservar os fósseis nas grutas e ainda existem muitas por estudar”, disse e defendeu ainda que seja necessário o “estabelecimento de equipas verdadeiramente multidisciplinares” para promover uma “eficaz investigação paleontológica e antropológica dos locais”.

<http://www.cienciahoje.pt>^(*) (Notícia publicada em 2005) – adaptado

QUESTÕES

1. Refira qual o contributo da descoberta do “menino do Lapedo” na compreensão da evolução da espécie humana.
2. Explique por que motivo os investigadores consideram os vales fluviais potenciais locais de interesse paleontológico.
3. Mencione uma característica litológica do terreno, que terá facilitado o processo de fossilização do esqueleto do “menino do Lapedo”.
4. Indique dois motivos que demonstrem a importância da receptividade das autarquias a estes assuntos.

^(*) Actualização permanente em <http://desafios.asa.pt>.

Actividade laboratorial/campo: Poluição atmosférica, monitorização

A quantidade de óxidos de enxofre no ar pode ser determinada por análises químicas, ou recorrendo ao estudo dos líquenes de uma dada área. Um líquen corresponde a uma associação simbiótica entre dois seres vivos: um fungo e uma alga. A alga realiza a fotossíntese, produzindo compostos orgânicos para ambos e o fungo confere protecção e absorve vapor de água da atmosfera. Uma vez que os líquenes obtêm a água e os nutrientes de que necessitam, a partir da atmosfera, podem ser facilmente afectados pelos contaminantes em circulação. Por este motivo, são usados como bioindicadores de poluição e em particular da presença de óxidos de enxofre.

Os líquenes podem ocupar uma grande diversidade de habitats uma vez que toleram e sobrevivem em condições ambientais extremas. São, geralmente, a população pioneira numa sucessão ecológica, por exemplo, depois da ocorrência de um incêndio ou até da solidificação de magma à superfície. São seres vivos muito sensíveis à poluição atmosférica, e em particular aos óxidos de enxofre. Quando absorvem estes compostos, não conseguem excretá-los, de tal forma que a concentração vai aumentando até que destrói a relação de simbiose. A tolerância aos óxidos de enxofre varia de espécie para espécie.

Material

- Mapa da zona onde vai ser feito o estudo
- Régua de 50 cm
- Grelha de contagem (0,5 m x 0,5 m; largura dividida em duas secções de 0,25 m; altura dividida em 5 secções de 0,1 m)
- Chave dicotómica para líquenes
- Catálogo fotográfico com líquenes
- Lupas
- Pinças
- Sacos plásticos (pequenos)
- Material de escrita (lápis e papel)
- Tabela de recolha de dados

Procedimentos

1. Formação de grupos de 3 ou 4 elementos.
2. Seleccione 10 locais diferentes que distem, aproximadamente, um quilómetro da escola.

Nota

Os locais seleccionados para o estudo devem ter características similares: tipo de árvores, tipo de rochas, por exemplo. Para a contagem/identificação, a superfície seleccionada (rocha ou tronco de árvore) deve ser suficientemente larga para apoio da grelha.

Escolher árvores com troncos alcalinos (ulmeiro, plátano, por exemplo); caso não seja possível optar por carvalhos, faias ou bétulas (por esta ordem de preferência).

A contagem deve ser feita em superfícies 1 m acima do chão.

3. Local de estudo

- identifique no mapa o local onde se encontra;
- escolha um lugar onde haja um maior número de líquenes;
- coloque a grelha contra a superfície onde vai fazer a contagem;
- registe o tipo de líquen encontrado (nome da espécie, sempre que possível) e o número de secções que ocupou na grelha;
- recolha amostras e indique o local da grelha onde se encontravam os líquenes que não conseguiu identificar.

QUESTÕES

1. Comente a afirmação: “Os líquenes são seres que se adaptam facilmente a ambientes inóspitos”.
2. Explique por que motivo os líquenes podem ser utilizados como indicadores da poluição atmosférica.
3. Compare os dados obtidos com os restantes grupos (nomeadamente nome das espécies).
4. Calcule o número total e o número real (total/número de locais) para cada espécie registada.
5. Tendo em conta o número de espécies identificadas, a sua frequência e a natureza do seu substrato, compare os resultados com os dados obtidos e publicados, através de análises químicas de concentrações atmosféricas de óxidos de enxofre.
6. Realize o procedimento proposto em diferentes locais:
 - a. perto de uma zona industrial;
 - b. próximo de uma zona densamente habitada;
 - c. numa zona florestal afastada de um centro urbano.
7. Compare os resultados obtidos nas diferentes posições.
8. Elabore um poster desta investigação e exponha-o no laboratório de Ciências Naturais.
9. Elabore um pequeno artigo científico/informativo e publique-o num jornal local ou no jornal da escola.

Nome:

Data:

Grupo:

Local do estudo:

- Jardim
- Parque
- Berma da estrada
- Outros:

- Árvore (em caso afirmativo, identifique a árvore: _____)
- Madeira
- Rocha
- Alcatrão
- Pedras (de muros, por exemplo)

[illegible]

5 – Mapas de conceitos

