

## Proposta de solução da pág. 11

**1.** Sistema isolado – não existe intercâmbio de matéria nem de energia através das suas fronteiras.

Sistema fechado – existem trocas energéticas através dos seus limites, mas não há permuta de matéria.

Sistema aberto – verifica-se permuta de matéria e de energia através das suas fronteiras.



## Proposta de solução da pág. 11

2. A Terra é um sistema quase fechado. Recebe energia solar vinda do exterior e transfere calor para fora dos seus limites. Quanto à matéria, as permutas são diminutas: recebe alguma matéria do exterior, como meteoritos e poeiras cósmicas, e pode perder alguns componentes pouco densos, como o hidrogénio. No entanto, as quantidades de matéria que entram e saem são muito pequenas relativamente às dimensões do planeta.



## Proposta de solução da pág. 15

1. Verifica-se, através dos dados, que há seres vivos que existiram apenas na zona leste da linha considerada, como certas espécies de peixes e de algas que têm migrado para oeste, encontrando-se atualmente nas costas de França, Itália, etc.



## Proposta de solução da pág. 15

2. Por exemplo: as condições atmosféricas, como a temperatura, influenciam a temperatura da hidrosfera. As condições da atmosfera e da hidrosfera influenciam a biosfera, observando-se a deslocação de algumas espécies devido às alterações verificadas.





## Proposta de solução da pág. 21

**1.** Rochas sedimentares – podem formar-se à superfície da Terra ou próximo dessa superfície.

Rochas magmáticas – resultam da solidificação de magma, quer no interior da geosfera quer à superfície, quando ocorrem erupções vulcânicas.

Rochas metamórficas – são geradas no interior da geosfera, por vezes a profundidades consideráveis. Podem também formar-se no contacto com intrusões magmáticas.

## Proposta de solução da pág. 21

2. Podem ser referidos diferentes exemplos, como: alteração das rochas que afloram; integração dos materiais resultantes de alterações em rochas sedimentares; afundimento e aquecimento das rochas geradas à superfície e sua transformação em rochas metamórficas; fusão de rochas de diferente proveniência em profundidade e a temperaturas elevadas, originando magmas que, por consolidação, formam rochas magmáticas.



## Proposta de solução da pág. 23

1. Estão erodidas devido à ação dos agentes externos.



## Proposta de solução da pág. 23

2. Por exemplo: fragmentos de outras rochas ou minerais preexistentes, materiais provenientes de seres vivos (conchas, restos vegetais), materiais resultantes da precipitação de substâncias químicas dissolvidas na água.



## Proposta de solução da pág. 23

**3.** Água, essencialmente na fase líquida e sólida, vento e seres vivos.



## Proposta de solução da pág. 23

4. Quando a velocidade do agente transportador diminui ou quando surge um obstáculo, os materiais depositam-se devido ao seu próprio peso.



## Proposta de solução da pág. 23

**5.** Como as rochas sedimentares se formam à superfície, onde são mais abundantes os seres vivos, após a sua morte, eles podem ser envolvidos por sedimentos que os isolam. No seio da rocha em formação podem ficar vestígios desses seres.



## Proposta de solução da pág. 32

**1.1.** D.

**1.2.** Numa lagoa existe intercâmbio de matéria com o meio envolvente (há gases que se dissolvem na água, há gases que se libertam, recebe água das chuvas, perde água por evaporação...).

Estabelece também trocas de energia, recebendo energia solar e libertando calor.

**1.3.** O Sol.

**1.4.** Por exemplo: atmosfera-hidrosfera (recebe água das chuvas); hidrosfera-biosfera (os seres vivos captam substâncias da água e libertam substâncias para a água).



## Proposta de solução da pág. 32

**2.1.** A – V; B – IV; C – II; D – I; E – III.

**2.2.** A – F; B – V; C – V; D – F; E – V; F – V; G – F; H – F.



## Proposta de solução da pág. 33

**3.1.1.** B.

**3.1.2.** A.

**3.2.** A – F; B – F; C – V; D – V; E – F.



## Proposta de solução da pág. 33

4.1. B.

4.2. 2 – Fusão de rochas metamórficas; 3 – Consolidação de magmas, formando rochas magmáticas; 5 – Diagenese, que leva à transformação dos sedimentos em rochas sedimentares consolidadas.

4.3. As rochas magmáticas podem ser metamorfizadas.

4.4. Pode referir-se, por exemplo: transformações ocorridas à superfície das rochas que afloram, sendo meteorizadas e erodidas; transformações no interior da geosfera, como metamorfizações provocadas pelo calor e por tensões; a fusão do material rochoso, originando magma; e a consolidação de magma em profundidade.

## Proposta de solução da pág. 34

1. A explicação proposta por Ussher baseava-se na interpretação da Bíblia e as explicações de Lord Kelvin e de Chamberlain fundamentavam-se nos conhecimentos da Física dos seus tempos.



## Proposta de solução da pág. 34

2. Ussher propôs para a idade da Terra 4004 anos a. C.; Lord Kelvin afirmou que a Terra teria 100 M.a., número esse que posteriormente alterou para 14 M.a.



## Proposta de solução da pág. 34

**3.** Os cálculos feitos por Lord Kelvin baseavam-se apenas nas quantidades de calor dissipado pela Terra e não tinham em conta o calor resultante da desintegração dos radioisótopos, pois a radiatividade só seria conhecida muito mais tarde, no início do século XX.



Proposta de solução da pág. 35

1. Era Mesozoica.



## Proposta de solução da pág. 35

2. Cobras, lagartos, pterossauros, dinossauros e crocodilos.





## Proposta de solução da pág. 35

3. Formou-se na Era Paleozoica ou Mesozoica.



## Proposta de solução da pág. 35

4. O diagrama mostra que as aves parecem provir dos dinossauros.



## Proposta de solução da pág. 35

5. Aquático, terrestre e aéreo.



# Proposta de solução da pág. 37

1. I, III, II, IV.



## Proposta de solução da pág. 37

2. Em meio aquático deve ter ocorrido a deposição dos materiais que constituíram os estratos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Após essa deposição, deve ter existido um período em que atuaram forças que dobraram os estratos (III) e provocaram a emersão das formações geológicas (II), tendo havido erosão da zona superior. Seguidamente, houve uma nova imersão e a deposição inicial do estrato 7 (IV).

## Proposta de solução da pág. 37

**3.** Princípio da horizontalidade e princípio da sobreposição.



## Proposta de solução da pág. 37

4. I – A; II ou III – B.



Proposta de solução da pág. 39

1.75%.





## Proposta de solução da pág. 39

2. Duas semividas.



## Proposta de solução da pág. 39

$$3. 0,7 \times 10^9 \times 2 = 1,4 \times 10^9 \text{ anos.}$$



## Proposta de solução da pág. 43

1. No fim do Pérmico

# Proposta de solução da pág. 43

2. 12,602 M.a.



## Proposta de solução da pág. 43

$$3. 12,602 \times 25 = 315 \text{ M.a.}$$



## Proposta de solução da pág. 43

4. Apareceram em dezembro e existiram durante quinze dias, aproximadamente.



## Proposta de solução da pág. 43

5. Apareceu 30 minutos depois das 23 horas do dia 31 de dezembro, ou seja, há 260 000 anos nesta escala.



## Proposta de solução da pág. 43

6. Dada a complexidade do problema apresentado, a utilização de modelos facilita a sua compreensão. Deve, contudo, realçar-se que estes diagramas apresentam um elevado grau de ambiguidade e falibilidade, e é como tal que devem ser encarados.





## Proposta de solução da pág. 45

1. Admite-se que a extinção dos dinossauros se deveu a um destes fenómenos catastróficos: impacto meteórico ou atividade vulcânica intensa.



## Proposta de solução da pág. 45

2. Para explicar a extinção de seres vivos, nomeadamente dos dinossauros, têm sido propostas interpretações muito diversas. Na atualidade, são várias as explicações apresentadas, mas as causas da extinção dos dinossauros continuam a ser um problema em aberto e objeto de discussão, não havendo uma resposta única e final. O percurso do conhecimento científico, sendo feito de avanços e de recuos, de discussões e de polémicas, tem um carácter dinâmico.



## Proposta de solução da pág. 48

1. Catastrofismo – existência de fenômenos catastróficos que atingiram grandes áreas da Terra e que teriam provocado a extinção de grande número de espécies. Cuvier, na tentativa de explicar essa extinção e posterior repovoamento, admitiu a existência de pontes que teriam permitido a migração de espécies das regiões não afetadas para as afetadas; Uniformitarismo – as leis naturais são constantes no espaço e no tempo e as mudanças geológicas são lentas, graduais e decorrem de modo idêntico em diferentes etapas da história da Terra.

## Proposta de solução da pág. 48

2. Por exemplo, a extinção dos dinossauros pode ser explicada segundo hipóteses diferentes. Alguns cientistas defendem que o seu desaparecimento se deveu ao impacto de um meteorito, enquanto outros defendem que foi devido a fenómenos de vulcanismo generalizado, além de outras explicações.



## Proposta de solução da pág. 48

**3.** O recuo dos glaciares seria devido a processos cíclicos, como, por exemplo, mudanças climáticas generalizadas, ou devido a mudanças climáticas pontuais, dirigidas sem ciclicidade, como, por exemplo, as resultantes do impacto meteorítico ou de atividade vulcânica muito intensa.



## Proposta de solução da pág. 51

1. Carbonífero, Pérmico, Triásico.

## Proposta de solução da pág. 51

2. Sim, porque tiveram uma grande área de dispersão e um tempo muito curto de existência.

## Proposta de solução da pág. 51

3. América do Sul, com formações do Devónico.





## Proposta de solução da pág. 51

4. Têm rochas idênticas contemporâneas e fósseis de *Glossopteris*.



## Proposta de solução da pág. 51

5. De A para C verifica-se a separação da América do Norte, a separação da Europa e Ásia, a migração dos continentes do hemisfério norte, a individualização da África e a ligação da América do Norte à América do Sul.



## Proposta de solução da pág. 51

**6.** A continuidade das formações rochosas, a existência de fósseis de *Glossopteris*, o encaixe da linha de costa de alguns continentes.



Proposta de solução da pág. 52

1. Euro-Asiática.



## Proposta de solução da pág. 52

2. Na dorsal médio-atlântica.



Proposta de solução da pág. 52

3. Placa Africana.



## Proposta de solução da pág. 52

4. A – fronteira divergente; B – fronteira convergente.  
Em A existe formação de nova crosta oceânica; em B verifica-se convergência e destruição da placa de Nazca, que mergulha sob a placa da América do Sul.



## Proposta de solução da pág. 52

**5.** Os continentes fazem parte de placas. Como as placas litosféricas são dotadas de mobilidade, os continentes também se movimentam.





## Proposta de solução da pág. 56

**1.1.** A – Sobreposição; B – Antigo.

**1.2.** A – Catastrofistas; B – Meteorito; C – Vulcanismo.

**1.3.** A – Uniformitarismo; B – Tempo; C – Espaço; D – Lentas; E – Graduais.

**1.4.** A – Radiativos; B – Isótopos; C – Filhos.



## Proposta de solução da pág. 56

2.1. A.

2.2. C.



Proposta de solução da pág. 56

**3.1.** 80 M.a.

**3.2.** 500 M.a.



## Proposta de solução da pág. 57

4.1.  $4,5 \times 10^9$  M.a.

4.2. B.



## Proposta de solução da pág. 57

**5.1.** D.

**5.2.** C.

**5.3.** Que as grandes mudanças de biodiversidade são devidas a impactos meteoríticos ou a um vulcanismo muito intenso.



## Proposta de solução da pág. 63

1. Foi o aparecimento de um outro corpo em órbita exterior a Plutão, maior do que ele e com características semelhantes.



## Proposta de solução da pág. 63

2. Entre várias classificações propostas destaca-se a que foi adotada pela UAI, que admite a existência de apenas oito planetas e a formação de um novo grupo de astros, os planetas anões, constituído por Plutão, Ceres e Éris.



Proposta de solução da pág. 63

3. Planeta anão.





## Proposta de solução da pág. 63

4. A existência de novos aparelhos de observação do Espaço permitiu a descoberta de novos corpos.



## Proposta de solução da pág. 63

**5. A** – “No final de outubro de 2003, cientistas norte-americanos descobriram um novo corpo celeste (...).” O Sistema Solar passa a ter oito planetas. Plutão passa a planeta anão.

**B** – Havia duas propostas sobre a mesa da Assembleia-Geral da UAI que resultaram de uma acesa contestação à proposta inicial do comitê encarregue de elaborar a definição de planeta.



## Proposta de solução da pág. 66

1. Quando o cometa se aproxima do Sol, aquece e dilata, libertando gases retidos no material rochoso que constitui o núcleo. Os materiais libertados são empurrados, pela radiação solar, em direção oposta à do Sol.

## Proposta de solução da pág. 66

**2. Nas proximidades do Sol.**

Quando aquecem e dilatam, podem desagregar-se em partículas maiores ou menores, que são lançadas para o Espaço.



## Proposta de solução da pág. 71

1. Buffon, 1749 – Um cometa teria chocado com o Sol e deste choque teria resultado a libertação de um filamento de matéria solar que levaria à formação dos planetas.

Chamberlain e Moulton, 1900 – A passagem de uma outra estrela pelas proximidades do Sol teria arrancado parte dele. Esse material seria a origem dos planetas.

Proposta de solução da pág. 71

2. Teoria nebular.



## Proposta de solução da pág. 71

**3.** Teoria nebular – os planetas ter-se-iam formado a partir de anéis de matéria que de tempos a tempos se iam libertando do protossol.

Teoria nebular reformulada – planetas e Sol teriam evoluído ao mesmo tempo a partir de uma nébula inicial que forma o Sol, no centro, e, na periferia, um disco de planetoides.



## Proposta de solução da pág. 71

4. Os planetas telúricos seriam formados a partir de elementos refratários, mais dificilmente empurrados pela radiação emitida pelo Sol, ao contrário do que teria acontecido com os planetas gasosos, que passaram a ser constituídos por elementos menos densos.





## Proposta de solução da pág. 78

1. Mercúrio e Marte são bastante menores do que a Terra e Vénus. A Terra é o planeta telúrico mais denso, seguido de Mercúrio e de Vénus. Marte tem uma densidade menor.

A Terra está diferenciada em núcleo sólido e núcleo mais externo líquido, apresenta ainda o manto e a crosta. Em Mercúrio e em Marte não existe núcleo externo.

## Proposta de solução da pág. 78

2. Mercúrio – a idade é um pouco superior a 4000 M.a.;  
Vénus – a sua idade situa-se entre 1200 M.a. e a atualidade.



Proposta de solução da pág. 78

3. A Terra.



## Proposta de solução da pág. 78

4. Mercúrio e Marte não têm atividade geológica, isto é, não apresentam vulcões nem atividade sísmica nem movimento das placas litosféricas, ao contrário do que se passa na Terra.



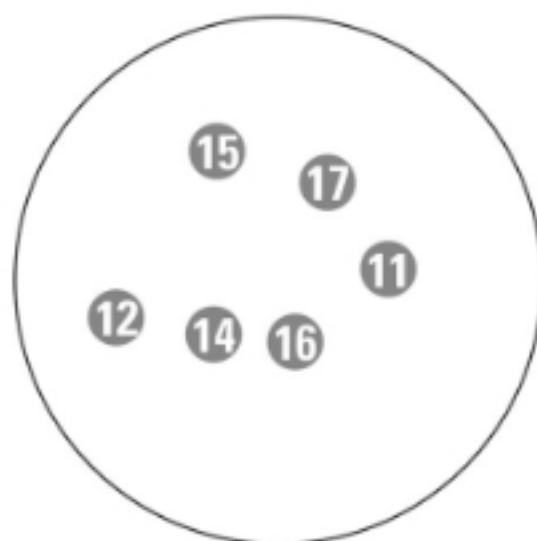
## Proposta de solução da pág. 78

**5.** Vénus continua a ser um planeta geologicamente ativo.



# Proposta de solução da pág. 83

1.



## Proposta de solução da pág. 83

**2.1.** Os continentes apresentam cores mais claras, por isso refletem mais a luz incidente.

**2.2.** A superfície dos continentes é mais acidentada do que a superfície dos mares.

**2.3.** Os continentes apresentam maior número de crateras do que a superfície dos mares.



## Proposta de solução da pág. 86

1. 1 – Dois tanques de 45 kg de oxigénio cada um; 2 – Mapa estelar das constelações; 3 – 20 litros de água; 4 – Caixa de primeiros socorros; 5 – Recetor transmissor FM solar; 6 – Alimento concentrado.

1.1. 1 – Necessário para a respiração; 2 – Um dos principais meios de orientação; 3 – Repõe as perdas corporais; 4 – Remédios podem ser valiosos; 5 – Transmite sinais de perigo e de localização; Possível comunicação com a nave-mãe; 6 – Supre as carências alimentares.



## Proposta de solução da pág. 93

1. Pirites.



## Proposta de solução da pág. 93

2. Alteração geomorfológica, nomeadamente com a escavação de uma depressão com vista à exploração do minério a céu aberto. Este tipo de alteração implica a remoção de solo e a destruição do coberto arbóreo.



## Proposta de solução da pág. 93

**3.** Devido à exploração de sulfuretos e à sua oxidação, geram-se drenagens ácidas com pH inferior a 2,5-3 que apresentam efeitos diretos nas comunidades biológicas. Também a existência de grandes volumes de amontoados (escombreyras) com teores elevados em metais como cobre, chumbo, zinco, ferro, arsénio e estanho e a sua lixiviação por águas pluviais provoca um impacte ambiental muito negativo ao nível da Ribeira do Mosteirão, afluente do rio Chança.

## Proposta de solução da pág. 93

4. Esta questão pode ser importante para discutir com os alunos a necessidade da promoção de uma gestão sustentável dos recursos. Deve ser enfatizado que o desenvolvimento económico de um país ou de uma região não pode ser dissociado das questões sociais e ambientais. A gestão sustentável de um recurso deve pressupor uma análise social, económica e ambiental com vista não só a preservar o planeta mas também a garantir a sobrevivência de todas as espécies da biosfera.

## Proposta de solução da pág. 93

Deve ser discutido com os alunos o facto de as atividades humanas poderem criar alterações profundas nos vários subsistemas terrestres, quer a nível local quer global, e que decisões centradas no lucro podem colocar em risco o equilíbrio dos ecossistemas. Os ecossistemas sempre funcionaram até ao aparecimento dos seres humanos, no entanto, a espécie humana sem ecossistemas rapidamente desaparecerá.



## Proposta de solução da pág. 96

1. Por exemplo, a sobre-exploração dos aquíferos, a ausência de precipitação ou a impermeabilização da zona onde se efetua a recarga do aquífero.



## Proposta de solução da pág. 96

2. A salinização dos aquíferos costeiros torna a água salobra, portanto imprópria para consumo humano. Desta forma, a sobre-exploração dos aquíferos costeiros pode provocar a alteração da qualidade da água.



## Proposta de solução da pág. 96

**3.** Estas zonas serão seriamente afetadas, pois muitas atividades económicas dependem fortemente da água (hotelaria, agricultura, campos de golfe...). Dessa forma, a contaminação das águas subterrâneas pode comprometer a economia das regiões fortemente dependentes do turismo e, conseqüentemente, o desenvolvimento social das populações dessas regiões.



## Proposta de solução da pág. 96

4. Evitar o desperdício de água adotando uma gestão sustentável deste recurso. Entre outras boas práticas podem ser sugeridas: a reutilização da água, a adoção de métodos de irrigação mais eficientes (ex.: microirrigação), ligar certos equipamentos, como máquinas de lavar a roupa e a louça, com a carga máxima, evitar sistemas que possibilitem elevadas perdas de água por evaporação (ex.: lavagem automática de viaturas)...



## Proposta de solução da pág. 100

1.

Tipo de tratamento de resíduos	2005 (%)	PERSU (%)
Compostagem	7	25
Lixeiras	0	0
Aterro	65	23
Reciclagem	8	25
Incineração	22	20

## Proposta de solução da pág. 100

2. A deposição de resíduos em aterro exige a disponibilidade de grandes áreas para a sua instalação e apenas resolvem a gestão dos resíduos sólidos durante um curto período de tempo.



## Proposta de solução da pág. 100

**3.** Portugal está ainda longe de atingir as metas definidas no Plano Estratégico dos Resíduos Sólidos Urbanos, uma vez que, em processos de valorização dos resíduos de fundamental importância, como a compostagem e a reciclagem, os valores atingidos estão muito distantes dos objetivos traçados.

**3.1.** Por exemplo, a não promoção da reciclagem implica a utilização de novos recursos e a utilização de quantidades significativas de energia para o fabrico de novos produtos. Este tipo de atitude pressupõe um modelo de desenvolvimento numa base de sistema aberto que exige, por isso, um fornecimento contínuo de energia e de materiais e um meio com uma capacidade infinita de absorver resíduos. Tal situação contraria o paradigma de modelo económico baseado em princípios de sustentabilidade.

## Proposta de solução da pág. 103

1. Em 1992, no Rio de Janeiro, são assinados os protocolos relativos à biodiversidade e desertificação. São dados os primeiros passos para a aplicação de medidas que visem reduzir os gases com efeito de estufa, para evitar as alterações climáticas. Em 1997 é aprovada, em Quioto, a convenção sobre alterações climáticas, vulgarmente conhecida por Protocolo de Quioto. Mais de 150 países assumem o compromisso de reduzir, até 2012, a emissão de gases com efeito de estufa. Na Cimeira da Terra, realizada em 2002, em Joanesburgo, são estabelecidos alguns compromissos, nomeadamente ao nível da gestão dos recursos hídricos, do comércio e das condições sanitárias das populações.

## Proposta de solução da pág. 103

**2.** Os signatários do Protocolo de Quioto estão obrigados a reduzir a emissão de gases de efeito de estufa até 2012, pelo que, nesse ano, cada país não pode ultrapassar 27% das emissões efetuadas em 1990.

**2.1.** Portugal, de acordo com estudos recentes, não se encontra entre os países cumpridores, uma vez que em 2002 registava valores superiores em cerca de 14% relativamente aos valores de referência, no caso concreto, 27%.

## Proposta de solução da pág. 103

**2.2.** Por exemplo, apostar em fontes de energia alternativas, como a energia solar, eólica e hídrica. Melhorar a eficiência energética das habitações e dos eletrodomésticos pode também contribuir para a redução dos gases com efeito de estufa. A melhoria da oferta do sistema de transportes públicos e o controlo da desflorestação são alguns exemplos que ajudam a minimizar o aumento dos gases com efeito de estufa.

**2.3.** Fontes emissoras de carbono: países industrializados (Estados Unidos, China, União Europeia...); sumidouros naturais: oceanos e florestas.



## Proposta de solução da pág. 103

**3.** Durante a Cimeira da Terra, realizada em Joanesburgo, alguns países, como os Estados Unidos e o Japão, bem como os países produtores de petróleo, não assinaram o acordo proposto pela União Europeia no sentido de promover a utilização de energias renováveis.





## Proposta de solução da pág. 107

1. A – F; B – V; C – F; D – F; E – V; F – V.

A – Mercúrio e Vénus são desprovidos de quaisquer satélites.

C – A Terra deve ter sido bombardeada por meteoritos do mesmo modo que os outros planetas. Contudo, devido à existência de uma atmosfera e de agentes de geodinâmica atuantes, os vestígios desses impactos meteoríticos são muito menos visíveis.

D – Marte é um planeta geologicamente inativo e, por isso, desprovido de atividade vulcânica e sísmica.

## Proposta de solução da pág. 107

2. 1 – G; 2 – B; 3 – A; 4 – A e H; 5 – D; 6 – C; 7 – F.



Proposta de solução da pág. 107

3.1. B.

3.2. D.



## Proposta de solução da pág. 108

**4.1.** B.

**4.2.** Temperatura média:  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; Pressão: cerca de 1 atmosfera.

**4.3.** A temperatura de Vénus é cerca de  $475\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o que só possibilita a existência de água no estado de vapor.

## Proposta de solução da pág. 109

**5.1.** A – F; B – V; C – F; D – V; E – F.

**5.2.** B.

**5.3.** C.

**5.4.** A exploração de certos recursos naturais, nomeadamente certos minérios, como as pirites, pode originar impactes ambientais profundos nos locais onde a atividade extrativa se exerce. A adoção de uma estratégia que evite a degradação do ambiente e que, ao mesmo tempo, promova uma gestão racional dos recursos naturais constitui um modelo de desenvolvimento sustentável, uma vez que não compromete a utilização por parte das gerações futuras de um dado recurso.

## Proposta de solução da pág. 113

1. As sondagens permitem o conhecimento direto de zonas do interior da Terra, fornecendo dados como: composição, tipo de rochas existentes, temperatura, tipos de gases, composição da água de circulação, etc.



## Proposta de solução da pág. 113

2. Revelou que a temperatura na profundidade atingida era cerca de 230 °C, portanto muito superior à temperatura da superfície.



## Proposta de solução da pág. 113

**3.** Devem estabelecer a relação entre as altas temperaturas a que os materiais que constituem as brocas vão ficar sujeitos e as características desses materiais, que devem ser resistentes a essas temperaturas mas simultaneamente leves para serem manejados.





## Proposta de solução da pág. 117

**1.** Pode ser referido:

Situação A – existe um doma de sal-gema de densidade 2,20 em contacto com rochas mais densas. À superfície, na zona correspondente à posição do doma de sal-gema, verifica-se uma anomalia gravimétrica negativa.

Situação B – existe um maciço magmático em profundidade de densidade 2,7 em contacto com rochas sedimentares de baixa densidade. Devido a uma falha, houve um abatimento. No local da superfície correspondente à zona em que existe uma maior espessura de rochas sedimentares de baixa densidade, há uma anomalia gravimétrica negativa.

## Proposta de solução da pág. 117

Situação C – a existência de uma concentração de um minério de ferro mais denso do que as rochas encaixantes faz com que, à superfície, se verifique uma anomalia gravimétrica positiva, ou seja, superior ao valor normal.



## Proposta de solução da pág. 117

2. Com base nos dados fornecidos pelos esquemas, será possível referirem a importância deste método na pesquisa de recursos minerais cuja densidade é bastante diferente da das rochas encaixantes.



Proposta de solução da pág. 117

3. Hipótese II.



## Proposta de solução da pág. 119

1. Distribuem-se simetricamente.



## Proposta de solução da pág. 119

2. Ao nível do rifte verifica-se a génese e expansão da crosta oceânica.

O magma, ao chegar à superfície, arrefece e solidifica. Os cristais ferromagnéticos, ao atingirem a temperatura do ponto de Curie, magnetizam-se, adquirindo uma polaridade idêntica à do campo magnético terrestre nesse momento. Este processo repete-se continuamente, enquanto o campo magnético presente se mantiver com as mesmas características, formando-se uma porção de crosta oceânica que se expande para um e para outro lado do rifte.

Se posteriormente ocorrer uma inversão do campo magnético terrestre, a crosta oceânica formada durante esse período regista uma polaridade inversa da primeira. Assim se vão formando bandas simétricas com polaridade alternadamente normal e inversa.

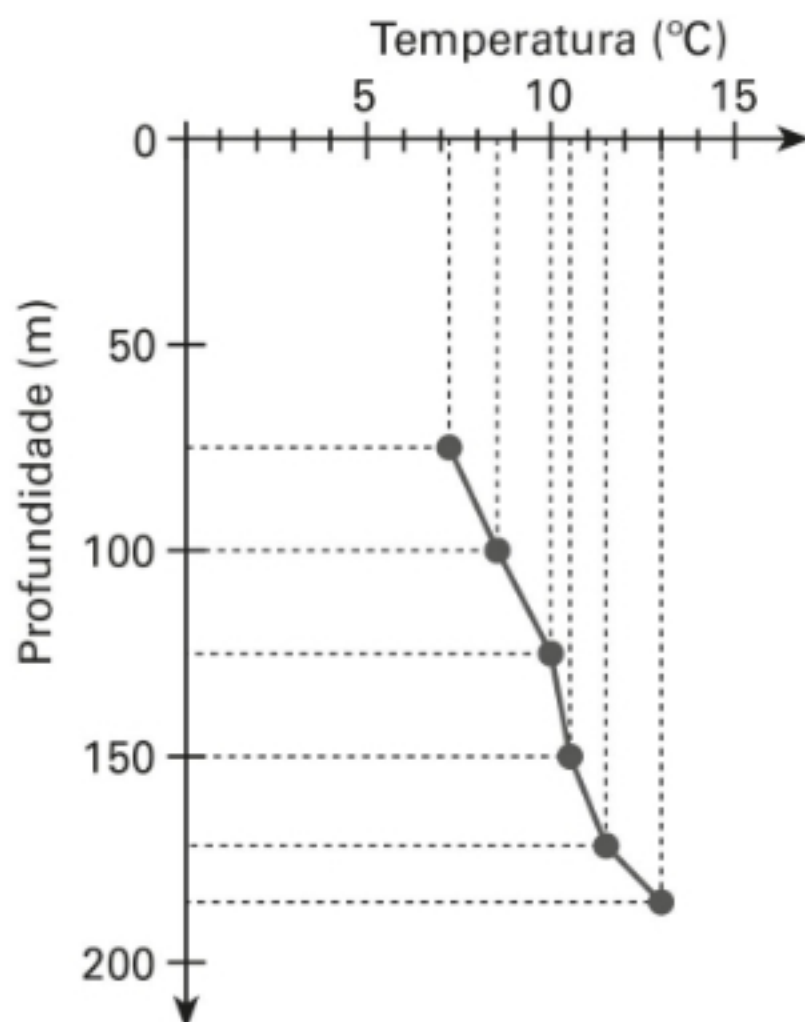
## Proposta de solução da pág. 119

**3.** As anomalias positivas verificam-se nas zonas em que a crosta tem polaridade idêntica à do campo magnético atual, pois nessas zonas é registrado o somatório de dois campos magnéticos: o da Terra nesse momento e o “fossilizado” nas rochas. As anomalias negativas verificam-se em zonas em que a polaridade é inversa.



Proposta de solução da pág. 121

1.





## Proposta de solução da pág. 121

2. 20 km — 600°;  $g = 600/20 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C/km}$



## Proposta de solução da pág. 121

3. Deve ser referido: aumento da temperatura mais acentuado até cerca de 80 km; depois, o aumento da temperatura por quilómetro de profundidade é menos acentuado; na fronteira do manto com o núcleo volta a verificar-se um gradiente mais elevado; o gradiente diminui ao longo do núcleo.



## Proposta de solução da pág. 121

4. A temperatura varia de cerca de 1500 °C até cerca de 3500 °C.



## Proposta de solução da pág. 121

5. No manto superior, a profundidades que oscilam dos 200 km a 300 km, e no núcleo externo.



## Proposta de solução da pág. 126

1. Pode referir-se: subida lenta do magma através de fraturas; acumulação do magma em reservatórios a diferentes profundidades, onde pode permanecer muito tempo.

## Proposta de solução da pág. 126

2. As respostas podem ser do género:

- Devido às altas temperaturas, o magma é menos denso do que as rochas encaixantes, tendo tendência a subir.
- Os movimentos crustais podem comprimir os reservatórios, aumentando a pressão.
- A chegada do novo magma vindo da profundidade à câmara magmática faz subir a pressão, obrigando o magma a subir.
- A existência de substâncias voláteis pode facilitar a ascensão.

## Proposta de solução da pág. 126

**3.** Existência de uma grande erupção, em que muito material da câmara magmática é expelido, podendo criar um vazio.

– Abatimento da zona superior do vulcão devido ao seu peso, facilitado pela existência de fraturas circulares.

– Criação de uma grande depressão à superfície.

## Proposta de solução da pág. 126

4. Porque houve um abatimento da zona superficial.





## Proposta de solução da pág. 126

5. Acumulação da água das chuvas ou do degelo.



## Proposta de solução da pág. 131

1. Podem ser referidos: abalos sísmicos, para o vulcão dos Capelinhos; dilatação do flanco do vulcão, para o monte de Santa Helena.

Os fenómenos referidos são devidos à movimentação do magma no interior do vulcão e à pressão que o magma exerce.



## Proposta de solução da pág. 131

2. Atividade explosiva e atividade efusiva.



## Proposta de solução da pág. 131

**3.** Atividade explosiva: vapor de água e gases, produtos sólidos (areia, cinza).

Atividade efusiva: repuxos de lava e torrentes de lava.



## Proposta de solução da pág. 131

4. Santa Helena – atividade explosiva; Piton de la Fournaise – atividade efusiva; Kilauea – atividade efusiva.



## Proposta de solução da pág. 135

1. Podem identificar diferentes zonas, como, por exemplo:

- Zona em torno do Pacífico (costas ocidentais do continente americano, zona do Japão e das Filipinas).
- Indonésia.
- Zona do Mediterrâneo.

## Proposta de solução da pág. 135

2. É possível a localização de vulcões, bastando fazer a leitura da carta.



## Proposta de solução da pág. 135

**3.** As zonas onde se verifica mais vulcanismo coincidem com fronteiras convergentes e com fronteiras divergentes das placas litosféricas.





## Proposta de solução da pág. 135

4. Por exemplo, Mauna Loa e Kilauea.



## Proposta de solução da pág. 139

1. Quanto maior é a distância ao ponto quente, mais antigas são as ilhas.



## Proposta de solução da pág. 139

2. Esta questão implica a leitura dos textos que legendam as figuras, em que devem salientar: movimento da placa sobre o ponto quente; subida do magma e formação de um vulcão ativo; devido ao movimento da placa, esse vulcão vai-se afastando do ponto quente e extingue-se; formação de novo vulcão sobre a zona da placa que está sobre o ponto quente; repetição do fenómeno, ao longo do tempo, enquanto a placa mantiver o movimento.

## Proposta de solução da pág. 144

1. As rochas, como qualquer outro meio elástico, quando sujeitas à ação de forças tectónicas, experimentam deformação enquanto acumulam energia. Com a ação continuada da tensão atuante, a partir de certa altura supera-se a força de coesão dos materiais, ocorrendo rutura e um movimento brusco dos blocos fraturados, originando-se assim uma falha.

## Proposta de solução da pág. 144

2. A energia elástica acumulada é libertada em parte como calor e sob a forma de ondas elásticas (ondas sísmicas).



## Proposta de solução da pág. 144

**3.** Tendo em conta a teoria da tectónica de placas, a litosfera encontra-se dividida em placas litosféricas rígidas. Devido ao movimento das placas, estas podem convergir, divergir ou deslizar lateralmente. Estas fronteiras de placas são zonas onde se geram estados de tensão que originam zonas de falha à escala do Globo e, conseqüentemente, constituem estruturas sismogénicas.

## Proposta de solução da pág. 148

1. No caso das ondas P, as partículas movimentam-se segundo a direção de propagação da frente de onda. Nas ondas S, as partículas oscilam perpendicularmente à direção de propagação da onda.



## Proposta de solução da pág. 148

2. As ondas P vão provocando, alternadamente, compressões e rarefações no material rochoso, à medida que se dá a propagação da onda.





## Proposta de solução da pág. 148

**3.** As ondas superficiais propagam-se exclusivamente próximo da superfície do Globo, sendo as responsáveis pelos deslocamentos mais pronunciados das partículas rochosas onde se encontra o edificado, propagando-se às próprias construções.



## Proposta de solução da pág. 153

1. A intensidade máxima foi VIII e verificou-se em várias localidades, como Espalhafatos, Salão e Ribeirinha, na ilha do Faial.



# Proposta de solução da pág. 153

2.



## Proposta de solução da pág. 153

**3.** Por exemplo, Salão e Pedro Miguel são duas localidades onde os sismo foi sentido com a mesma intensidade, no caso concreto VIII.



## Proposta de solução da pág. 153

4. Podem ser citados alguns efeitos, como: vidros e loiças partem-se; as mobílias movem-se ou tombam.



## Proposta de solução da pág. 153

**5.** Uma vez que existem várias heterogeneidades nos materiais atravessados pelas ondas sísmicas, a propagação das ondas é condicionada por esse facto e, por isso, as isossistas apresentam formas irregulares e não circunferências.



## Proposta de solução da pág. 153

6. No oceano não existem construções nem se observa a topografia, por isso não é possível definir uma intensidade, pelo que não são traçadas isossistas.



## Proposta de solução da pág. 154

1.  $X = 23 \text{ mm.}$





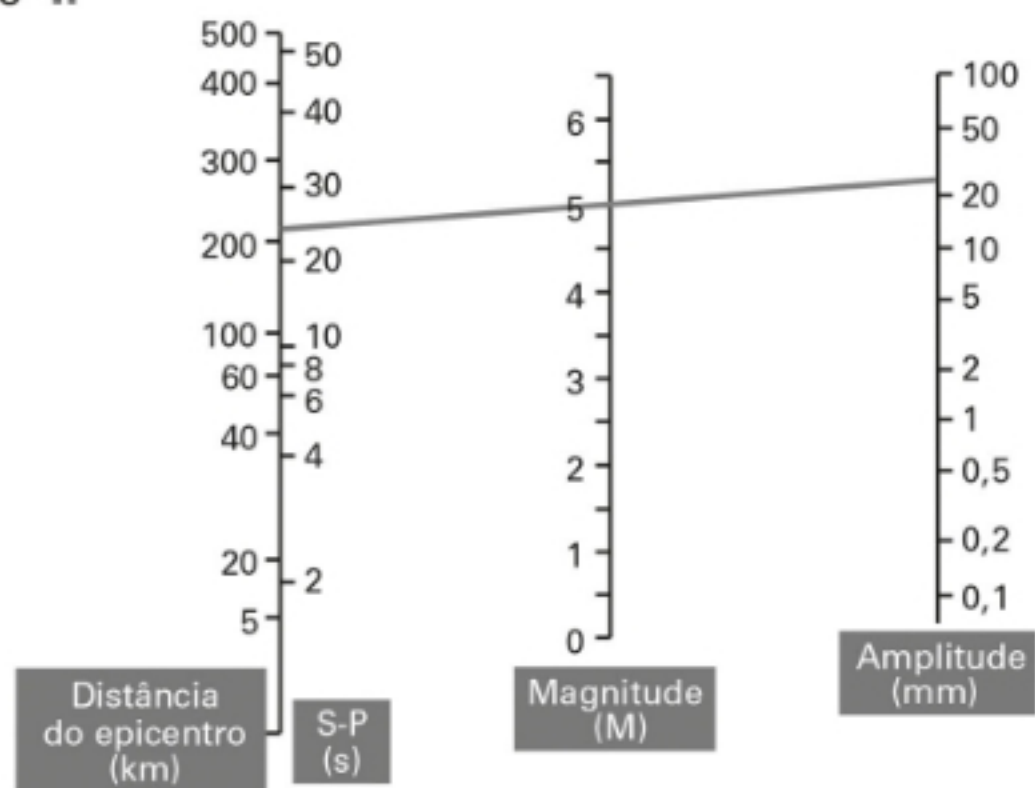
## Proposta de solução da pág. 154

$$2. Y = 24 \text{ s.}$$



# Proposta de solução da pág. 154

3. e 4.



## Proposta de solução da pág. 154

**5.1.** Magnitude = 5.

**5.2.** Cerca de 210 km.



## Proposta de solução da pág. 156

1. Sismo superficial (+/– 30 km).



## Proposta de solução da pág. 156

2. Placa da Birmânia e placa Australiana.



## Proposta de solução da pág. 156

3. Limite convergente (zona de subducção).



## Proposta de solução da pág. 156

4. Verifica-se um recuo abrupto do mar junto da costa.



## Proposta de solução da pág. 164

1. As ondas Pg seguem um percurso direto mais superficial em materiais cuja velocidade de propagação é 5,6 km/s. As ondas Pn são ondas longitudinais refratadas num meio mais profundo cuja velocidade de propagação é 8 km/s.



## Proposta de solução da pág. 164

2. Embora as ondas  $P_n$  percorram um trajeto mais longo, como se deslocam a uma velocidade maior, a partir de uma certa distância (aproximadamente 150 km) são registadas nas estações sismográficas antes das ondas  $P_g$  (diretas), que percorrem um trajeto mais curto, mas com menor velocidade.



## Proposta de solução da pág. 164

**3.** A variação da velocidade das ondas que seguem diferentes trajetórias levou a admitir que elas percorrem meios também com características distintas. A interface entre esses dois meios corresponde a uma superfície de descontinuidade.



## Proposta de solução da pág. 167

1. A velocidade das ondas P e S aumenta até à profundidade de 100 km; a partir desta profundidade, verifica-se um abaixamento da velocidade. Depois, a velocidade volta novamente a aumentar até à profundidade de cerca de 2900 km. A partir desta profundidade, a velocidade das ondas P experimenta uma diminuição brusca, passando de 14 km/s para 8 km/s, interrompendo-se a partir desta profundidade a propagação das ondas S. Por volta dos 5140 km de profundidade, a velocidade das ondas P volta novamente a aumentar.

## Proposta de solução da pág. 167

2. As trajetórias das ondas P experimentam desvios acentuados.



## Proposta de solução da pág. 167

3. Entre os  $103^\circ$  e os  $143^\circ$ .



## Proposta de solução da pág. 167

4. A rigidez e densidade condicionam a velocidade das ondas S. Se  $\mu = 0$ , ou seja, se o meio for líquido, estas ondas não se propagam. Como as ondas S não se propagam a partir dos 2900 km, admite-se que o núcleo externo deva ser líquido.



## Proposta de solução da pág. 167

5. Uma vez que o meio onde estas ondas se transmitem é líquido ( $\mu = 0$ ), a sua velocidade é apenas dada por  $\sqrt{\frac{k}{\rho}}$ , o que naturalmente diminui a sua velocidade, em comparação com a velocidade que atingem quando atravessam meios sólidos. Para além disso, a composição de ferro e níquel faz aumentar  $\rho$ , o que, consequentemente, diminui a velocidade destas ondas.

## Proposta de solução da pág. 171

1. Podem citar alguns dos argumentos apresentados no texto de Buffon.





## Proposta de solução da pág. 171

2. As erupções vulcânicas em que há derrame de lava líquida.



## Proposta de solução da pág. 171

**3.** A propagação das ondas S através de grande parte do globo terrestre, com exceção do núcleo.



## Proposta de solução da pág. 171

4. No caso concreto do conhecimento da estrutura interna da Terra, esse conhecimento baseia-se, essencialmente, em dados indiretos que implicam o recurso a tecnologia sofisticada. O avanço científico numa área está intimamente relacionado com o avanço da tecnologia e esta depende do conhecimento científico noutras áreas.



## Proposta de solução da pág. 171

5. Será uma boa oportunidade para auscultar a opinião dos alunos sobre o trabalho dos cientistas.



Proposta de solução da pág. 179

**1.1. A.**

**1.2. B.**

**1.3. B.**



## Proposta de solução da pág. 179

2. 1 – I; 2 – II; 3 – I; 4 – II; 5 – II; 6 – III; 7 – I.



## Proposta de solução da pág. 180

**3.1.** O alastramento dos fundos oceânicos dá-se a partir do eixo da dorsal. O magma que chega à superfície arrefece e consolida. Durante o arrefecimento formam-se minerais ricos em ferro que, quando a temperatura atinge determinado valor, ficam magnetizados, registrando a polaridade do campo magnético vigente. O fundo alastra para um lado e para o outro lado do eixo da dorsal, ficando assim registada a polaridade do campo magnético de ambos os lados. Se ocorrer, posteriormente, uma inversão do campo magnético, as rochas formadas nesse período registam de um modo idêntico essa inversão e o alastramento continua. Ao longo do tempo, as várias inversões ficam, portanto, registadas simetricamente em relação ao eixo da dorsal.

## Proposta de solução da pág. 180

3.2. B.

3.3.  $V = \frac{D}{t}$

$D = 460 \text{ km}$

$t = 10 \times 10^6$

$V = 4,6 \text{ cm/ano}$

Como o oceano cresce para ambos os lados da dorsal, a velocidade de crescimento é 9,2 cm/ano (4,6 cm/ano  $\times 2$ ).



## Proposta de solução da pág. 180

4.1. D.

4.2. A – F; B – V; C – V; D – V; E – V; F – F.



## Proposta de solução da pág. 181

**5.1.** A – IV; B – I; C – II e III; D – IV; E – IV; F – II e III; G – IV; H – II e III; I – I.

**5.2.** B.

**5.3.** Quando ocorrem fortes erupções com saída de grandes quantidades de lava e piroclastos, devido ao vazio criado na câmara magmática, pode dar-se o afundimento da parte central do vulcão, facilitado, por vezes, pela existência de fraturas circulares e pelo peso da zona superior.

## Proposta de solução da pág. 182

**6.1.** B.

**6.2.** B.

**6.3.** B.

**6.4.** Em Portugal, tendo em conta a sismicidade histórica, o território foi dividido em quatro zonas de diferente perigosidade sísmica, sendo a zona A a de maior perigosidade e a zona D a de menor.

## Proposta de solução da pág. 183

**7.1.** A – V; B – F; C – V; D – V; E – F; F – V; G – V.



## Proposta de solução da pág. 184

**8.1.1. D.**

**8.1.2. A.**

**8.1.3. C.**

**8.1.4. C.**

**8.1.5. D.**

**8.2. A – 3; B – 1; C – 2; D – 4.**



## Proposta de solução da pág. 185

**9.1.** Com a profundidade, a temperatura atingida é de cerca de 1500 °C.

$$\text{Gradiente} = \frac{1500}{60} = 25^\circ/\text{km}$$

**9.2.** Profundidade – cerca de 20 km

Temperatura – cerca de 1250 °C

**9.3.1.** Parcialmente fundido.

**9.3.2.** Sólido.

**9.4.** B, C, D.

**9.4.1.** A – Para profundidades inferiores a 80 km, o gradiente geotérmico é maior sob a dorsal oceânica do que sob os fundos oceânicos.

E – O peridotito não pode estar completamente fundido ao nível do manto superior.

**9.5.** Astenosfera.

## Proposta de solução da pág. 186

**10.1.** Por exemplo, podem referir: propagação das ondas sísmicas S até profundidades de cerca de 2900 km.

**10.2.** D.