



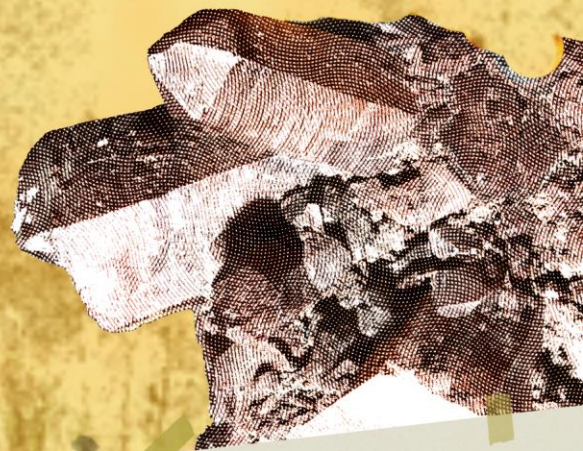
Yorn



AO
DA

VIAGEM CENTRO TERRA

ROTEIRO PEDAGÓGICO



FICHA TECNICA

Coordenação Geral

Rita Guerreiro | Cassez

Maria João Nunes | Mapa das Ideias

Conteúdos

Maria João Nunes | Mapa das Ideias

Ivo Oosterbeek | Mapa das Ideias

ÍNDICE

PLANO DE MONTAGEM	5
Capítulo 1 TERRA: O INÍCIO DA VIAGEM	6
Capítulo 2 TESOUROS ESCONDIDOS	10
Capítulo 3 SOPA DE PEDRA	13
Capítulo 4 ERA UMA VEZ A TERRA	17
Capítulo 5 UMA HISTÓRIA EM CAMADAS	20
Capítulo 6 MECÂNICA DA TERRA	25
Capítulo 7 A TERRA EM CHOQUE	29
Capítulo 8 A TERRA EM ERUPÇÃO	33
Capítulo 9 CICLOS DE VIDA	37
DESDOBRÁVEL DE APOIO	40
ATIVIDADES (Ponto de partida)	41
2.º CICLO	42
Vamos arriscar?	42
Um ciclo saboroso!	43
3.º CICLO	44
As rochas não são só paisagem	44
Quando a Terra treme...	45
FONTES DE DOCUMENTAÇÃO	46
Para ler	46
Para explorar	47
Para visitar	48
LISTA DE CRÉDITOS	50

VIAGEM AO CENTRO DA TERRA

A Terra é um planeta inquieto. Forças poderosas modelam e remodelam a superfície do nosso planeta em ciclos contínuos de mudança. É aqui que iniciamos a nossa Viagem ao Centro da Terra, onde exploramos a sua composição química, estrutura, história e as propriedades.

O Roteiro Pedagógico **VIAGEM AO CENTRO DA TERRA** é uma ferramenta de apoio ao projeto “Exposição nas Escolas”, que conta com o patrocínio da Vodafone Portugal. Este projeto celebra a sua 8.ª edição consecutiva, dedicada à Geologia e à história do nosso planeta, possibilitando o enriquecimento da vida escolar em cerca de 300 estabelecimentos de ensino em Portugal Continental.

Tem como principal objetivo oferecer aos professores meios para trabalhar este tema, propondo atividades e indicando diferentes instrumentos para a sua exploração. O roteiro está estruturado em três partes: a apresentação dos conteúdos da exposição desenvolvidos, organizados de acordo com os painéis; a sugestão de atividades transdisciplinares para desenvolver em sala de aula; e fontes de documentação para ler, explorar e visitar.

Com esta exposição desejamos que usufruam de uma experiência divertida e memorável, demonstrando, ao mesmo tempo, que a Educação Científica pode ser um exercício plural, criativo, em que a aplicação de conceitos de Geologia nos permite compreender, de forma integrada, o Mundo em que vivemos.

BOM TRABALHO!

Capítulo 1

TERRA: O INÍCIO DA VIAGEM



Desde a Antiguidade Clássica que se tenta explicar como se formou a Terra. Estas explicações estavam, muitas vezes, associadas a mitos (como, por exemplo, da criação do mundo em 6 dias no Génesis Bíblico).

Mas foi só a partir do século XVIII que se passou a tentar explicar os fenómenos geológicos e a estrutura da Terra através da sua observação.

Nasce, assim, a **Geologia**, como a ciência que estuda a composição química, a estrutura, a história e as propriedades físicas do nosso planeta.

A Geologia, do grego $\gamma\eta$ - (ge-, “a terra”) e $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ (logos, “razão”, “palavra”), é a ciência que estuda os corpos celestes, a sua composição, estrutura, propriedades físicas, história e os processos que lhe dão forma.

É uma das ciências da Terra e pode ser dividida em dois ramos: **Geologia Física** e **Geologia Histórica**. A primeira identifica e estuda os materiais que compõem a Terra, estabelecendo as relações entre os mesmos. A segunda procura compreender as origens, composição, sistemas e mudanças da Terra, de forma cronológica.

A FORMA DA TERRA

A Terra é um planeta telúrico, ou seja, é um corpo rochoso e não gasoso. No sistema solar, existem quatro planetas telúricos: Mercúrio, Vénus, Terra e Marte. Os planetas telúricos têm uma superfície planetária sólida e são, essencialmente, constituídos por silício ou metais, em vez de gases.

A sua forma é esférica, com uma ligeira saliência na linha equatorial devido à rotação da Terra. Ainda que a topografia do planeta possa ser irregular a nível local, globalmente não apresenta grandes desvios do volume esférico. Os maiores desvios são o Monte Everest (8.848 km acima do nível do mar) e a Fossa das Marianas (10.911 km abaixo do nível do mar).

! Estranhamente, a Terra é mais lisa que uma bola de bilhar!

Apesar das diferenças de altitude entre fundos oceânicos e cadeias montanhosas, a sua superfície tem desvios máximos de cerca de 0,17%, sendo a tolerância de imperfeição de uma bola de bilhar profissional de 0,22%.

A ESTRUTURA DA TERRA

Já o interior da Terra é composto por camadas diferenciadas, de acordo com as suas propriedades físicas e químicas. A camada exterior é uma **crosta** silicatada e sólida, separada da camada inferior, o **manto**, por uma descontinuidade geológica. A espessura da crosta varia entre 6 km sob os oceanos e entre 30 a 50 km sob os continentes.

O manto é sólido e altamente viscoso, separado em **manto superior** (sismicamente heterogéneo) e o **manto inferior** (mais quente e sismicamente homogéneo). Apesar de ser quimicamente constante, a temperatura e pressão aumentam com a profundidade do manto.

Ao conjunto da crosta e da parte mais fria e rígida do manto dá-se o nome de **litosfera**. Debaixo da litosfera, encontra-se a **astenosfera**, uma camada do manto superior de viscosidade baixa sobre a qual a litosfera se desloca.

Sob o manto encontra-se o **núcleo**, separado em **núcleo externo** (baixo em viscosidade) e **interno** (sólido). Devido ao processo de formação dos planetas telúricos, que se formam por poeiras e gases agregados pela gravidade, os materiais do núcleo são mais pesados que os restantes. É também no núcleo que a temperatura e pressão atingem os valores mais elevados!

! O ponto de maior profundidade da crosta terrestre é o Poço Superfundo de Kola, com 12.262 m!

Foi uma iniciativa russa ao longo de décadas, cancelada em 1989. Tinha como objetivo estudar a estrutura da Terra.

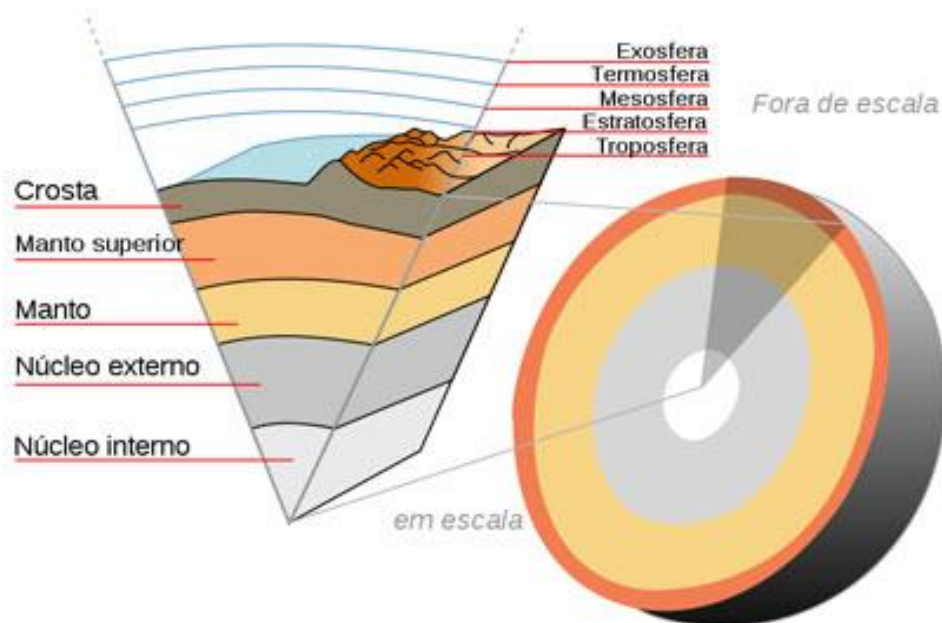
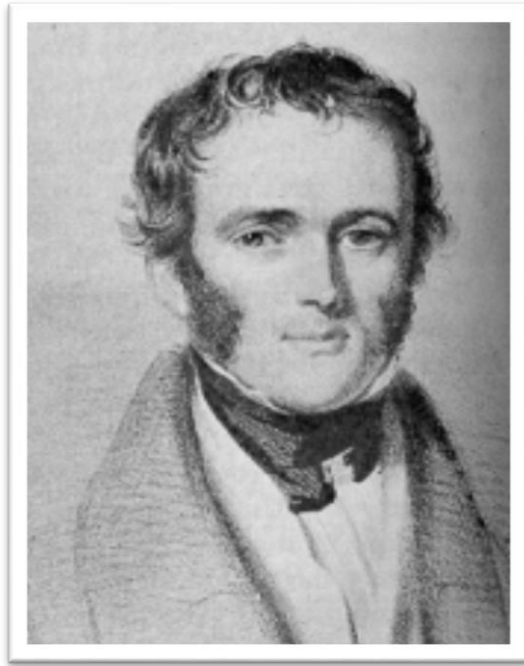


Figura 1: Estrutura Interna da Terra

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA TERRA

Apesar da variedade de elementos químicos presentes no nosso planeta, a recorrência destes elementos não é igual. Os elementos mais comuns no planeta são o **ferro** (32,1%), o **oxigênio** (30,1%), o **silício** (15,1%), o **magnésio** (13,9%), o **enxofre** (2,9%), o **níquel** (1,8%), o **cálcio** (1,5%) e o **alumínio** (1,4%); os restantes 1,2% consistem em quantidades vestigiais de outros elementos. O núcleo será essencialmente constituído por ferro (88,8%), níquel (5,8%) e enxofre (4,5%), com alguns elementos vestigiais (<1%). A crosta é essencialmente constituída por silício (28%) e oxigênio (46%).



MARY HORNER LYELL (1808-1873)
CHARLES LYELL (1797-1875)

Foi graças a este casal britânico que se popularizaram importantes conceitos e teorias da Geologia, tais como o **Uniformitarismo** e os princípios básicos de estratigrafia. Lyell foi responsável pela publicação dos livros *Principles of Geology* e *Geological Evidences of the Antiquity of Man*, que inspiraram a famosa obra *Viagem ao Centro da Terra*, de Júlio Verne.

Capítulo 2

TESOUROS ESCONDIDOS



A Terra esconde vários tesouros, como, por exemplo, os **minerais**. Estes são os compostos que formam as rochas e o seu estudo é muito importante para a identificação do grau de pureza destes materiais geológicos.

OS MINERAIS

Os minerais são constituídos por diferentes elementos químicos, em que a grande maioria tem uma expressão muito reduzida. Apenas oito constituem mais de 98% da superfície terrestre: **oxigénio** (46,6%); **silício** (27,72%); **alumínio** (8,13%); **ferro** (5%); **cálcio** (3,63%); **sódio** (2,83%); **potássio** (2,59%); e **magnésio** (2,09%).

Um mineral é um corpo natural sólido e cristalino formado por processos físico-químicos em ambiente geológico.

É classificado de acordo com a sua composição química e com a sua estrutura cristalina, uma vez que diferentes minerais podem ter a mesma composição química. São compostos por elementos químicos, sais simples, silicatos e, em alguns casos, por compostos orgânicos.

! O quartzo é um dos minerais de maior ocorrência no planeta. Pode ser incolor ou, dependendo das impurezas que contém, adquirir tonalidades verdes, castanhas, cor-de-rosa ou azuis. Foi um dos primeiros minerais a ser trabalhado pelo Homem (utensílios) e, hoje em dia, tem diversas aplicações, desde a produção de vidros, em relógios, na iluminação elétrica, em detergentes e até em pastas de dentes!

ESTRUTURA CRISTALINA DOS MINERAIS

Alguns minerais apresentam a forma poliédrica, os quais designamos por **cristais**. Assim, um cristal pode ser identificado pela sua estrutura cristalina, ainda que, na maioria das vezes, seja necessário observá-los ao microscópio.

A **estrutura cristalina** de um mineral é o arranjo tridimensional dos átomos ou moléculas que o compõem. Na natureza existem vários tipos de arranjos tridimensionais; contudo, se forma a poderem ser classificados, podem ser agrupados em 14 arranjos básicos chamados **Redes de Bravais**.

Os minerais são separados de acordo com a sua composição química e estrutura cristalina, podendo ser **polimorfos** (mesma composição e estrutura diferente, como o diamante e a grafite) ou **isomorfos** (composição diferente e mesma estrutura, como a faialite e a forsterite).

Existem mais de 5 mil tipos de minerais! No entanto, todos os anos se descobrem entre 30 e 50 novos tipos.

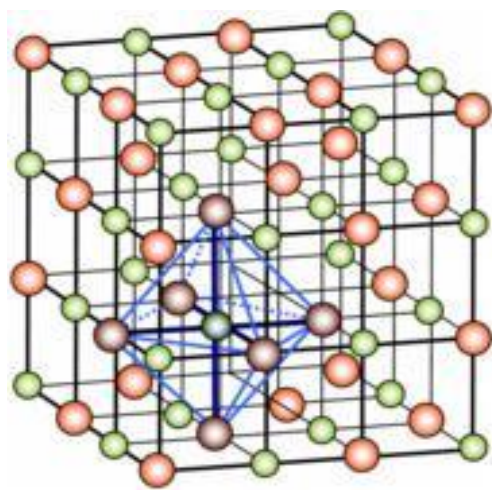


Figura 2: Estrutura Cristalina de um cristal de sal (NaCl)

COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS MINERAIS

Uma vez que o silício e o oxigénio constituem dois dos elementos mais comuns na crosta terrestre, os minerais mais abundantes são chamados de **silicatos**, com adição de catiões. Os restantes grupos incluem os **minerais orgânicos** e os **minerais não silicatos**, ainda que sejam elementos bastante raros.

PROPRIEDADES FÍSICAS DOS MINERAIS

Apesar da forma mais fidedigna de identificar um mineral ser através da sua análise microscópica (estrutura cristalina e composição química), durante o trabalho de campo é muito difícil fazer estas análises. Todavia, a estrutura cristalina e a composição química de cada mineral determinam as suas propriedades físicas, permitindo, assim, identificar os materiais através de uma análise macroscópica.

Esta análise pode recorrer a um conjunto de técnicas diferentes, que se organizam em métodos de identificação através das propriedades físicas ou através das propriedades óticas. Algumas das técnicas que permitem estas análises são:

- o **Análise da cor:** que permite diagnosticar a pureza do mineral;
- o **Brilho:** observado à luz, pode ser descrito como metálico ou não metálico;
- o **Traço:** ao riscar uma superfície de louça, materiais semelhantes deixam traços de cor diferenciada;
- o **Clivagem e a fratura:** a forma como os minerais se partem;
- o **Dureza:** que mede a força de ligação dos átomos ou moléculas que formam o mineral através da resistência ao risco.

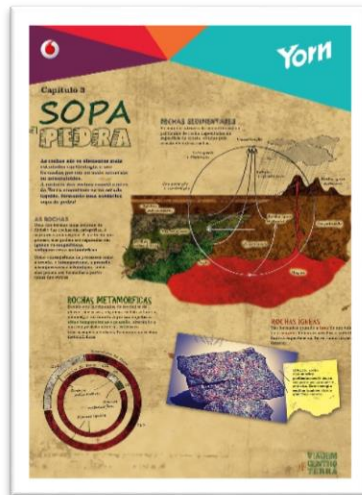


AUGUSTE BRAVAIS (1811 - 1863)

Este físico e cristalógrafo francês introduziu os diagramas básicos de identificação das estruturas dos cristais de minerais, hoje conhecidos por Redes de Bravais.

Capítulo 3

SOPA DE PEDRA



As **rochas** são os elementos mais estudados em Geologia e são formadas por um ou mais minerais ou mineralóides. A maioria das rochas constituintes da Terra encontram-se no estado líquido, formando uma autêntica sopa de pedra!

AS ROCHAS

As **rochas** têm representatividade cartográfica, bem como recorrência espacial e temporal, sendo, por isso, significativas para a história da Terra, para o estudo de paisagens e formações da superfície do planeta ou até para o estudo da proveniência de matérias-primas.

Podem ser divididas em três categorias, quanto à sua gênese:

- (1) **Ígneas;**
- (2) **Metamórficas;**
- (3) **Sedimentares.**

ROCHAS ÍGNEAS OU MAGMÁTICAS

As **rochas ígneas** são formadas diretamente a partir do arrefecimento e solidificação de lava ou magma. Os materiais magmáticos, enquanto se encontram na astenosfera, estão sujeitos a condições de pressão e temperatura superiores às da superfície, pelo que se costumam apresentar no estado líquido. Devido ao movimento das placas tectônicas, os magmas tendem a subir para a superfície, emergindo ora através de riftes, ora através de erupções vulcânicas. Ao chegar à superfície, arrefecem e solidificam, constituindo novas formações geológicas.

Estas podem ser **intrusivas**, quando o magma arrefece e solidifica ainda dentro da crosta terrestre, ou **extrusivas**, quando a lava é expelida por um vulcão em erupção e o processo de arrefecimento e solidificação se dá à superfície.

! No século XVIII muitos geólogos identificavam-se como Plutonistas ou Neptunistas.

Os primeiros acreditavam que a Terra era, inicialmente, formada por rochas ígneas que sofriam processos de erosão, sedimentação e metamorfismo, enquanto os segundos pensavam que as rochas se formavam pela cristalização de minerais nos fundos oceânicos.

ROCHAS SEDIMENTARES

Devido a diversos processos de erosão e de ação de ambiente e dos seres vivos, as rochas da superfície estão constantemente a sofrer alterações físicas e químicas. Estas alterações, muitas vezes chamadas de **meteorização**, separam os minerais primários das rochas (os mais abundantes, que as definem) dos outros minerais e mineraloides que as compõem. As partículas desagregadas de rocha são então chamadas de **sedimentos**, e estes podem depositar-se em horizontes ou camadas, formando solos ou, caso sejam consolidadas, **rochas sedimentares**. No entanto, os sedimentos podem também ser originados por restos de seres vivos ou da sua atividade.

As rochas sedimentares formam-se à superfície da crosta terrestre, pela acumulação e cimentação de fragmentos de rochas originados pela erosão, minerais e organismos, ou pela precipitação de substâncias em solução. Podem ser consolidadas, quando as partículas se encontram cimentadas, ou não consolidadas, se as partículas se encontram soltas.

A velocidade da deposição de sedimentos, tal como a velocidade da sua consolidação, é sempre lenta e depende de vários fatores, como a dimensão e densidade dos materiais ou a velocidade do agente transportador (água, vento, etc.).

ROCHAS METAMÓRFICAS

As rochas metamórficas são originadas através da transformação na composição mineral, textura e estrutura microscópica de rochas que existem na crosta terrestre. Podem ser originadas pela sujeição às altas temperaturas do interior da crosta, e à pressão das camadas de rochas superiores, por colisões continentais em processos tectónicos, ou ainda por contacto com o magma proveniente do interior da Terra.

Estas rochas sofrem, na sua génese, por processos de deformação debaixo da superfície da crosta. Estas deformações podem ser observadas pela análise da deformação de fósseis encontrados em rochas metamórficas, que originaram de rochas sedimentares com fósseis inclusos. À superfície, as rochas metamórficas estão, sobretudo, associadas a cadeias montanhosas e ocorrem, em geral, associadas a rochas graníticas.

CICLO DAS ROCHAS

Devido a processos lentos e contínuos como a **erosão**, o **intemperismo**, a **pressão**, a **temperatura** e a **fusão**, as rochas (dos diferentes tipos) podem ser constituídas a partir umas das outras, formando o **ciclo das rochas**.

Os processos de gênese das rochas estão, neste ciclo, intimamente relacionados, sendo interdependentes, e demonstrando a incrível dinâmica interna do nosso planeta.

! A água é um elemento imprescindível no ciclo das rochas.

Está presente na formação de rochas sedimentares como agente de erosão e de transporte, na formação de rochas magmáticas como agente de arrefecimento, na formação de rochas metamórficas como agente hidrotérmico (águas de depósitos subterrâneos ou dos oceanos) ou até mesmo ao exercer pressão (peso nas crostas oceânicas).

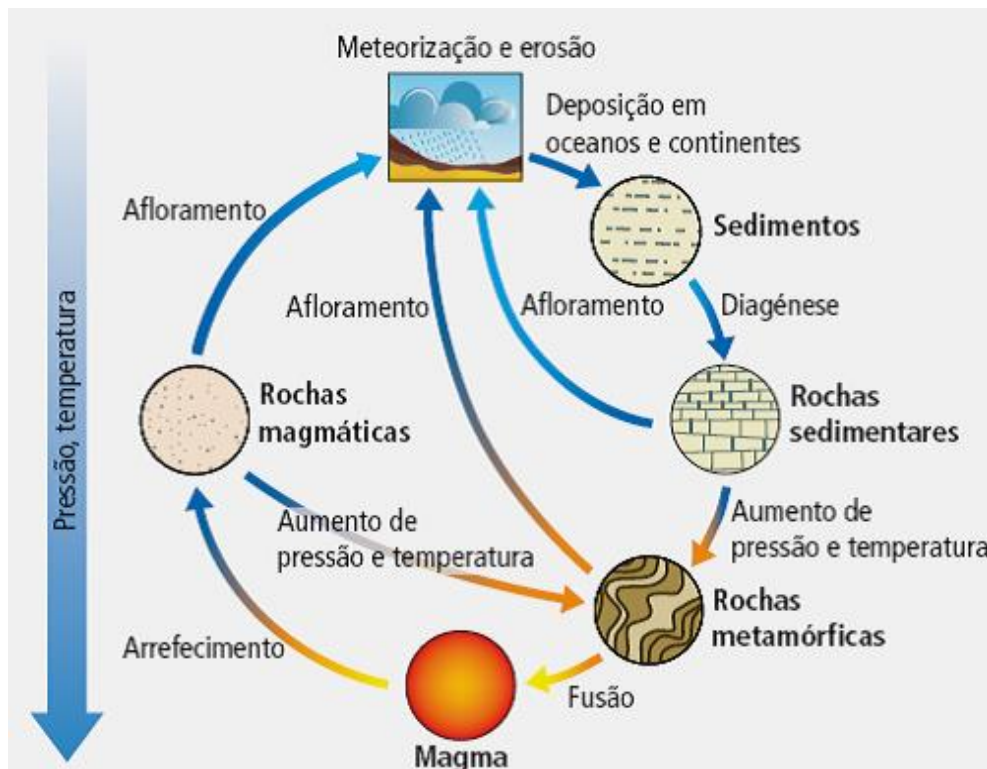


Figura 3: O Ciclo das rochas

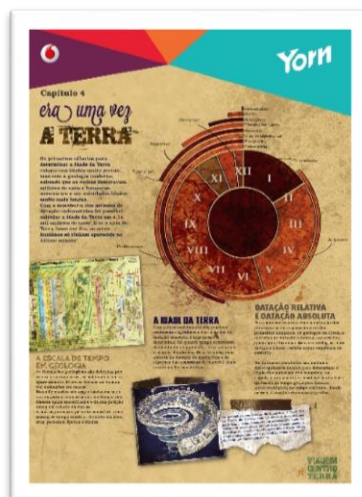


JAMES HUTTON (1726 -1797)

Geólogo e naturalista escocês, foi responsável pelas teorias do **uniformitarismo** (os processos de formação da Terra são uniformes ao longo do tempo) e do **plutonismo**. Devido ao seu trabalho, é considerado por muitos como o pai da Geologia Moderna.

Capítulo 4

ERA UMA VEZ A TERRA



Os primeiros cálculos para determinar a idade da Terra foram feitos com base na Bíblia (cerca de 6000 anos). Com a geologia moderna, começaram a ser calculadas idades entre os 20 e os 400 milhões de anos, uma vez que se considerava que as rochas demoravam milhões de anos a formar-se.

Com a descoberta dos métodos de datação radiométrica foi possível calcular a idade da Terra: 4,54 mil milhões de anos!

Desde o século XIX que, através da identificação de fósseis, os geólogos procuraram estabelecer relações entre estratos geológicos, o que lhes permitia determinar a **idade relativa da Terra**.

No entanto, o seu objetivo sempre foi poder datar esta idade de forma absoluta, o que só foi possível com o desenvolvimento da datação através da análise de substâncias radioativas.

A ESCALA DE TEMPO EM GEOLOGIA

Dado que, durante muito tempo, foi apenas possível datar as estruturas geológicas de forma relativa, foi concebida uma escala de tempo baseada na seriação, através de acontecimentos (grandes eventos geológicos do planeta), como o aparecimento de novas formas de vida ou extinções em massa. O tempo é, assim, organizado em divisões ou unidades cronológicas como Era, Período, Época e Idade.

Nesta escala de tempo, às divisões cronológicas são associados determinados estratos geológicos. Nasce, desta forma, a **escala cronostratigráfica**, sendo os estratos identificados por Grupos, Sistemas, Séries e Andares (ou subandares).

Na escala, estes elementos relacionam-se, sendo que ao andar estratigráfico corresponde uma idade cronológica e à série estratigráfica corresponde uma determinada época cronológica.

As camadas podem ainda ter subclassificações como Baixa, Média e Alta, que correspondem às classificações de Antiga, Média e Recente das unidades de tempo. Desta forma, o Pleistoceno Recente (época) corresponde às camadas de rochas do Pleistoceno Superior (estratigrafia).



Figura 4: Espiral do Tempo Geológico, representando a sequência de habitats em função do registo fóssil

DATAÇÃO RELATIVA

Uma das características fundamentais das rochas sedimentares é a sua formação em estratos ou camadas. Estas formações obedecem a um conjunto de princípios que podem ser usados para identificar a relação de idades entre elas, através da compreensão da sua sequência de formação. Esta forma de datação chama-se **relativa**, uma vez que define as idades dos estratos em “relação” uns com os outros, ou seja, por noções de “mais antigo que” ou “mais recente que”.

DATAÇÃO ABSOLUTA

Enquanto a datação relativa permite apenas estabelecer a antiguidade de uma estrutura geológica em relação a outras estruturas, a **datação absoluta** permite saber a idade de um elemento através de métodos de datação radiométrica que mede o nível de radioatividade em radioisótopos presentes numa amostra e compara o nível medido com o rácio de decadência radioativa tabelado para os elementos medidos. Os isótopos mais comumente usados para esta medição são o Carbono 14, o Potássio 40, os Urânios 238 e 235, o Tório 232 e o Rubídio 87. Destes, o Carbono 14 e o Potássio 40 são os mais usados para períodos recentes, o que os torna sobretudo importantes na datação de contextos geológicos associados à evolução do ser humano.

Esta forma de datação só se tornou rotineira a partir de meados do século XX e as idades são, geralmente, expressas em milhões de anos, com intervalos de erro consideráveis (ainda que cada vez menores).

A IDADE DA TERRA

Com a descoberta de diferentes registos de estruturas geológicas e de fósseis de animais que não existem nos dias de hoje, alguns geólogos perceberam que a idade da Terra seria bastante mais antiga do que se pensava até aí. A partir dessa ideia, começaram a elaborar **tabelas e quadros cronostratigráficos**, de forma a ter uma melhor visão dos eventos que compõem a história da Terra. Com o desenvolvimento dos métodos de datação radiométrica, hoje sabe-se que a Terra tem 4,54 mil milhões de anos, de acordo com a datação de meteoritos. Esta datação é consistente com as idades das amostras mais antigas da Terra e da Lua.



ETHELDRED BENETT (1776 – 1845)

Esta geóloga inglesa adquiriu e estudou uma considerável coleção de fósseis do sudoeste de Inglaterra. Os seus estudos eram elogiados pelos geólogos da altura, que utilizavam a sua coleção como referência nos seus variados estudos.

Capítulo 5

UMA HISTÓRIA EM CAMADAS



Tal como se pode contar a história de uma árvore a partir dos seus anéis, a história da Terra pode ser lida a partir das suas camadas.

A **Estratigrafia** é o ramo da Geologia que estuda as camadas de rochas (estratos) e a sua estratificação, permitindo analisar sequências geológicas para completar as escalas de tempo e, assim, compreender a história do nosso planeta.

ESTRATIGRAFIA

A Estratigrafia é, essencialmente, usada para o estudo de rochas sedimentares e rochas ígneas extrusivas em camadas. A base teórica da estratigrafia foi estabelecida com a introdução dos princípios de sobreposição, originalidade horizontal e continuidade lateral.

Pode ser dividida em **litoestratigrafia** e em **bioestratigrafia**. A estratigrafia serve sobretudo para mapear os corpos rochosos que formam a crosta da Terra, organizando-os em unidades e seguindo princípios de relação de antiguidade, permitindo interpretar a história do planeta.

Litoestratigrafia

Serve para identificar e descrever cada unidade estratigráfica, com base na cor, granulometria, composição mineralógica e litologia. A unidade base é a formação geológica. Esta pode ocorrer vertical ou lateralmente, refletindo o ambiente de deposição.

Bioestratigrafia

Estuda a relação entre diferentes unidades com base na sucessão de fósseis encontrada. Partindo do princípio que estratos de localizações distanciadas com a presença de fósseis da mesma fauna são correlacionáveis no tempo, isto permite determinar unidades estratigráficas mais antigas, mais recentes, ou de antiguidade equivalente. Baseada no princípio de sucessão paleontológica, foi durante muito tempo a maior evidência de apoio à evolução biológica. Permitiu a criação da escala de tempo geológica no século XIX, com base na estratigrafia biológica e sucessão faunística, embora se tenha mantido uma escala relativa até ao desenvolvimento da datação radiométrica - que levou ao aparecimento da cronoestratigrafia.

! A formação de solos é semelhante ao processo de formação de rochas sedimentares, embora não ocorra a consolidação de partículas.

Estes são formados por uma erosão inicial no substrato geológico (Rocha Mãe), sobre o qual se depositam várias camadas de sedimentos não consolidados. Nos solos férteis, a camada de superfície é constituída pelas formas de vida vegetativas (raízes e bolbos), e a camada por baixo desta é uma mistura de sedimento rica em matéria orgânica (húmus).

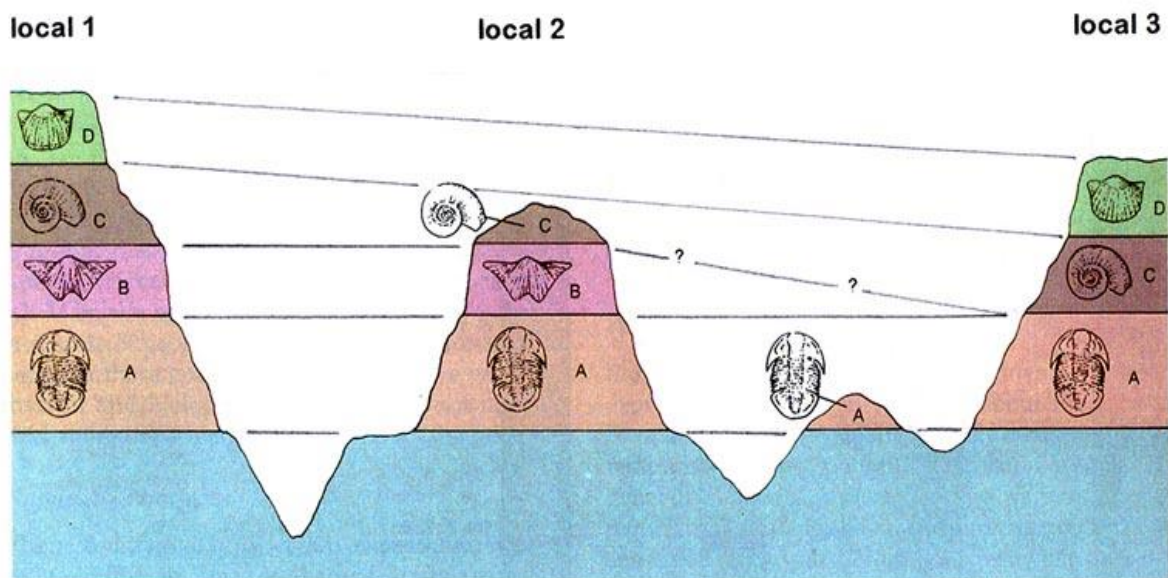


Figura 5: Relação entre estratos definida por fósseis diretores

CRONOESTRATIGRAFIA

É o ramo da estratigrafia que estuda a idade absoluta dos estratos geológicos. Recolhe dados geocronológicos de unidades rochosas, tanto diretamente como por inferência, para que uma sequência de eventos relativos numa região possa ser definida.

O objetivo é definir sequências de deposição com as idades de deposição identificadas para todas as rochas de uma região e, eventualmente, do planeta.

Uma falha de camada no registo geológico é denominada de hiato estratigráfico. Pode ser o resultado de falta de deposição sedimentar ou devido à remoção de uma camada por erosão (vacuidade). Chama-se hiato, uma vez que a deposição esteve lá por um período de tempo.

OS PRINCÍPIOS DA GEOLOGIA

De forma a poder organizar e relacionar diferentes estruturas geológicas ou camadas, são utilizados vários princípios. Estes são resultado de propostas teóricas, cuja revisão constante atesta à sua consistência. Na história da Geologia já houve diversas outras teorias e princípios que foram descartados ou modificados por se encontrarem evidências de que estes tinham falhas. Apresentamos de seguida alguns destes princípios:

(1) Princípio da Sobreposição

Indica que uma camada mais recente se encontra sobre uma camada mais antiga, desde que estas não tenham sofrido deformações. Logo, numa sequência estratigráfica, a camada mais recente é a do topo e a mais antiga a do fundo. Este princípio pode ser usado para rochas sedimentares e ígneas extrusivas, porque se formam verticalmente, mas não pode ser aplicado a rochas ígneas intrusivas ou metamórficas, nem a sedimentares em depósitos fluviais, uma vez que estas se formam lateralmente.

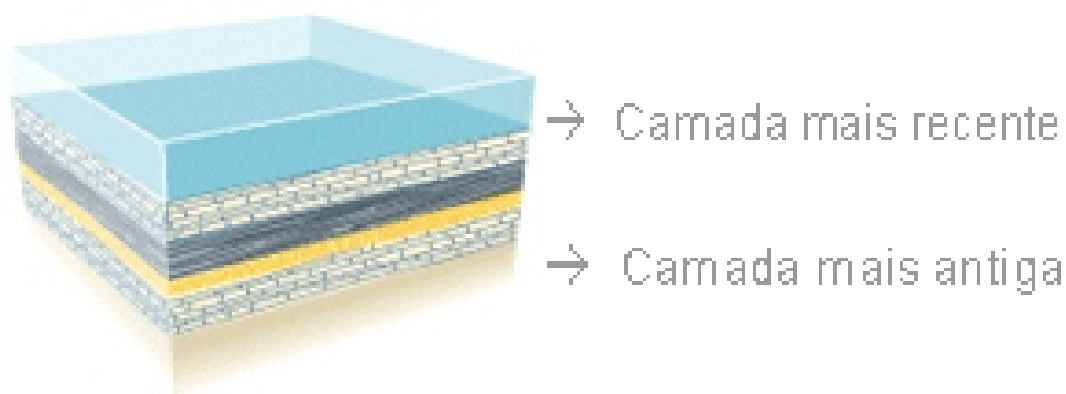


Figura 6: Princípio da Sobreposição de Estratos

(2) Princípio da Horizontalidade Original

Aplicado a rochas sedimentares, este princípio implica que a deposição de sedimentos acontece em leitos horizontais e que qualquer deformação do estrato ocorre num momento posterior ao da sua sedimentação. Este princípio é apoiado pela observação de sedimentos marinhos e não marinhos em vários ambientes.

(3) Princípio da Continuidade Lateral

Este princípio assume que na sua origem as rochas sedimentares se estendem em todas as direções, pelo que rochas semelhantes que estejam separadas por fenómenos de erosão (como um vale de rio) eram originalmente contínuas.

(4) Princípio do Uniformitarismo

Este princípio sugere que processos geológicos observados atualmente na crosta terrestre funcionam da mesma forma que no passado, uma vez que as leis da natureza são constantes.

(5) Princípio da Intrusão-fratura e Princípio das Relações de Corte

Este princípio define que quando uma rocha ígnea intrusiva corta uma sequência de rochas sedimentares pode ser determinado que a rocha intrusiva é mais recente que a rocha sedimentar, ou que quando uma sequência estratigráfica é cortada por uma falha ou por uma formação intrusiva, essas camadas são mais antigas que a falha ou intrusão. Este princípio pode ser aplicado tanto a intrusões magmáticas e falhas como a descontinuidades, as quais são sempre mais recentes que as camadas que cortam.

(6) Princípio dos Fragmentos Inclusos

Este princípio determina que os fragmentos presentes em rochas ígneas são mais antigos que as rochas das quais fazem parte. Este princípio permite a datação relativa de rochas estratificadas ou de rochas ígneas e metamórficas que contenham grandes corpos inclusos.

(7) Princípio da Sucessão Faunística ou da Identidade Paleontológica

Este princípio determina que é possível relacionar dois estratos através do seu conteúdo fóssil, sendo que estratos com o mesmo conteúdo fóssil devem ter a mesma idade e origem num ambiente semelhante. Este princípio é particularmente importante, pois permite relacionar estratos que estejam separados por grandes distâncias físicas, através dos fósseis que os mesmos contêm.

PEDOLOGIA

Os solos são formados, por um lado, através de processos de meteorização que alteram a composição química e física das rochas; por outro, pela deposição de materiais orgânicos. As camadas ou estratos que se formam e que são compostos por esta mistura de material rochoso meteorizado e de matéria orgânica em decomposição sem serem consolidados formam, por sua vez, os **solos**.

O processo de formação de solos começa pela erosão de um substrato geológico (Rocha Mãe) que, progressivamente, é acompanhado de coberturas vegetais, as quais promovem maior meteorização das rochas (física e química) e, ao mesmo tempo, vão fornecendo material orgânico para esses estratos.

A identificação de um solo é, normalmente, feita pela sua análise granulométrica (tamanho dos sedimentos que compõem o solo), textura (tendo em conta o predomínio de areias, siltes ou argilas) e estrutura (globular, compacta ou particular). Já a análise química do solo avalia a acidez do mesmo e os elementos químicos predominantes.



NICOLAUS STENO (1638-1686)

Bispo dinamarquês, foi um pioneiro da anatomia e da Geologia. Definiu os princípios da sobreposição, da horizontalidade original e da continuidade lateral, que se tornaram os princípios básicos da Estratigrafia.

Capítulo 6

MECÂNICA DA TERRA



A superfície da Terra não é uma camada estática. Ela é constituída por um conjunto de estruturas que se movem em conjunto, como se fossem rodas dentadas dentro de um relógio vivo!

Estas estruturas ou placas compõem a litosfera e deslocam-se sobre a astenosfera. São criadas a partir de riftes e destruídas em zonas de subdução. O nosso planeta tem 12 placas principais e várias subplacas menores.

TECTÓNICA DE PLACAS

A tectónica estuda as estruturas da crosta terrestre e as forças e movimentos que dão origem a essas estruturas. Este ramo estuda orogenias e o desenvolvimento de afloramentos tectónicos, assim como terremotos e arcos vulcânicos. O estudo da tectónica é importante para compreender os padrões de erosão na geomorfologia e na identificação de jazidas de combustíveis fósseis.

Na década de 1960, tornou-se a teoria dominante para explicar a origem da formação dos continentes e dos oceanos, recuperando a Teoria da Deriva dos Continentes, através do desenvolvimento de conhecimentos sobre o fundo dos oceanos, a atividade dos sismos e o campo magnético da Terra.

Uma placa tectónica é uma porção da litosfera limitada por zonas de convergência, zonas de subdução e zonas conservativas. A Terra tem 12 placas principais e várias subplacas menores. Segundo a teoria da tectónica de placas, as placas são criadas em zonas de divergência ou riftes e são consumidas em zonas de subdução. Na zona de fronteira entre placas localizam-se a maioria dos sismos e vulcões.

As placas tectônicas compõem a litosfera (rígida) e deslocam-se sobre a astenosfera (zona viscosa do manto). Num longo espaço de tempo, o manto comporta-se como um líquido sobreaquecido; mas numa escala de tempo menor tem o comportamento de uma massa sólida perante forças repentinas.

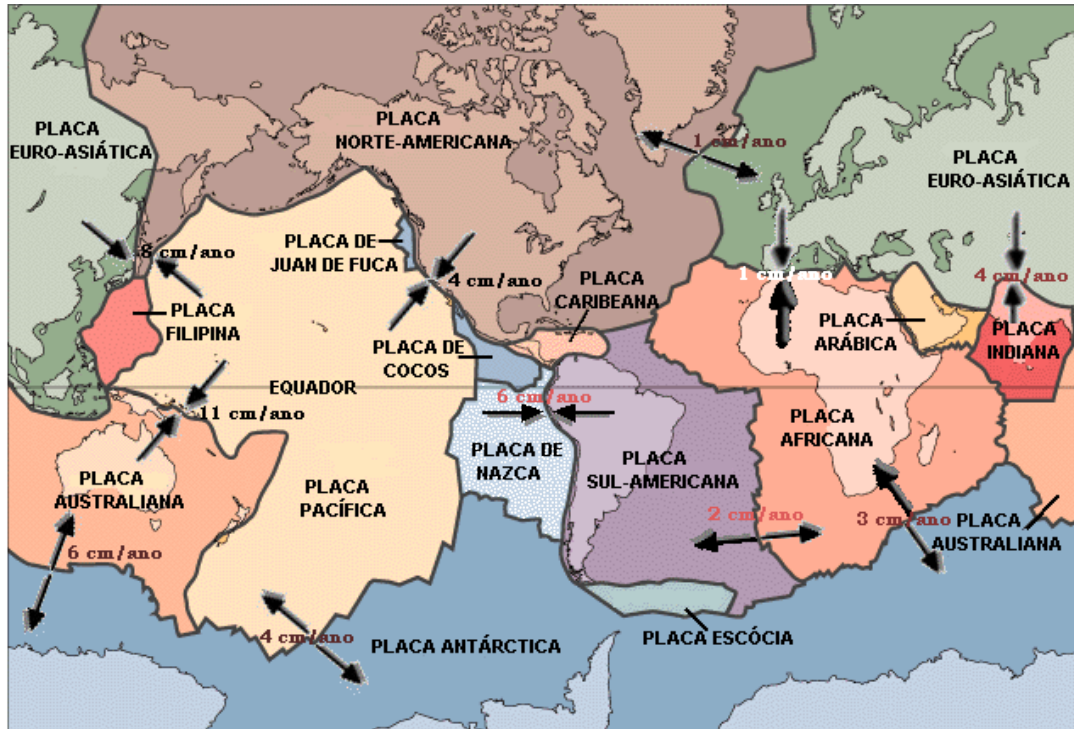


Figura 7: Representação das principais placas tectônicas e com identificação do seu sentido de deslocação

OS LIMITES DAS PLACAS

(1) Limites transformantes ou conservativos

Quando os movimentos entre placas ao longo de uma falha são laterais podem produzir efeitos observáveis à superfície. Como as placas não conseguem simplesmente deslizar umas nas outras, a tensão que se acumula nas placas atinge um nível em que a energia é libertada sob a forma de movimento ao longo da falha. Este processo costuma resultar em **sismos** ou **terramotos**.

(2) Limites divergentes ou construtivos

Quando o magma do manto ascende à crosta, empurra as placas em sentidos opostos, sendo o espaço do afastamento preenchido por novo material a partir do magma arrefecido. Este novo material geológico é formado em bandas perpendiculares ao eixo da dorsal oceânica, as quais produzem um arranjo estrutural: as bandas mais afastadas do rifte são as mais antigas e as mais próximas as mais recentes. Os riftes, a partir de onde se formam as novas crostas continentais, ocorrem tanto na crosta oceânica, como na crosta continental.

(3) Limites convergentes ou destrutivos

São zonas de subdução, onde as placas se encontram e colidem: uma mergulhando debaixo da outra e voltando à astenosfera. Existem 3 tipos de convergências: crosta oceânica - crosta continental; crosta oceânica - crosta oceânica; crosta continental - crosta continental.

Na convergência entre crosta oceânica e crosta continental, devido à diferença de densidade de materiais, a crosta oceânica tende a mergulhar sob a continental, num processo chamado subdução, sendo a crosta que retorna ao manto é destruída. A subdução pode originar uma série de fenômenos geológicos, como a atividade sísmica e vulcânica, formação de cadeias montanhosas ou de fossas abissais.

A convergência entre duas crostas oceânicas pode também originar processos de subdução, mergulhando a placa mais antiga, cujos materiais são mais densos, sob a mais recente. Neste processo pode dar-se a libertação de magma para a superfície, formando arcos vulcânicos.

Quanto à convergência entre duas crostas continentais, pode não ocorrer subdução devido à baixa densidade dos materiais destas. Ao invés disso, a colisão pode originar cadeias montanhosas na zona de colisão ou a sobreposição de uma placa sobre a outra por movimentos de obdução.

ANATOMIA DAS PLACAS

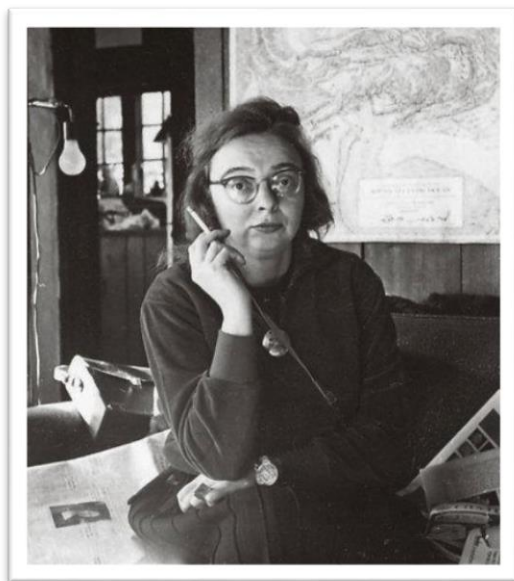
As placas tectônicas são segmentos de litosfera, incluindo na sua estrutura uma parte do manto. Estas deslizam em diferentes direções sobre a astenosfera, que se diferencia da litosfera por propriedade mecânicas e não químicas, ou seja, a astenosfera tem um comportamento mais viscoso e quente e a litosfera um comportamento mais frio e sólido.

As placas contactam umas com as outras ao longo dos seus limites, os quais estão associados a fenômenos geológicos como **sismos**, **modelação topográfica**, **vulcões** e **fossas oceânicas**.

As placas podem incluir crosta continental ou oceânica, tendo tipicamente os dois tipos. Os tipos diferenciam-se pela densidade dos materiais que as constituem: a oceânica é mais densa (e, por isso, situa-se, geralmente, abaixo do nível do mar) e pobre em silício; a continental é menos densa e rica em silício.

! Os vulcões e os sismos ocorrem em todo o planeta.

Contudo, a grande maioria localiza-se no chamado Anel de Fogo do Pacífico, a maior zona de convergência de placas no planeta. Estes fenômenos tendem a ocorrer associados aos limites das placas tectônicas.



MARIE THARP (1920-2006)

Geóloga e cartógrafa oceanográfica americana que descobriu a dorsal meso-atlântica, provando, assim, a tectónica de placas. Foi também responsável pela criação do primeiro mapa científico do fundo oceânico, em conjunto com Bruce Heezen.

Capítulo 7

A TERRA EM CHOQUE



Tal como um choque elétrico, a libertação de grandes quantidades de energia na crosta provoca tremores nas rochas que a formam. Os **sismos** ou **terramotos** são movimentos que ocorrem à superfície da Terra, podendo ser naturais ou induzidos. Resultam de libertações súbitas de energia provocadas pelo movimento de placas tectónicas e medem-se consoante o grau de destruição que provocam.

OS SISMOS

A **sismologia** é o estudo dos sismos (ou terramotos) e dos demais movimentos que ocorrem na superfície do globo terrestre. O seu objetivo é a definição das circunstâncias em que ocorrem os **sismos naturais**, bem como as suas causas e a sua distribuição sobre o globo, de forma a estabelecer quadros de previsão para estes eventos. Através do estudo dos sismos é também possível compreender a estrutura da Terra, desde a superfície até ao núcleo. É dos poucos métodos geofísicos que permite compreender os mecanismos da tectónica em zonas profundas do planeta.

! Ocorrem cerca de 50 mil sismos por ano em todo o mundo, mas apenas 100 provocam danos visíveis.

Os sismos são, na sua maioria, causados por movimentos ao longo de falhas geológicas entre placas tectónicas, os quais libertam energia subitamente através da crosta da Terra. Ao ponto de rutura inicial de um sismo dá-se o nome de **hipocentro**, sendo o **epicentro** o ponto à superfície diretamente acima do hipocentro. A energia libertada é então dispersa,

propagando-se em ondas concêntricas, cujo ângulo de dispersão é deformado consoante a densidade dos materiais que atravessa.

EFEITOS DOS SISMOS

À superfície do globo, os sismos manifestam-se por tremores de terra e deslocamento de solos, podendo provocar deslizamento de terras ou atividade vulcânica. Quando o epicentro de um sismo se encontra no fundo do oceano, pode deslocar água suficiente para causar um **tsunami**. Um sismo de alta intensidade pode, eventualmente, diminuir a rotação do planeta. A atividade sísmica de uma região é definida pela frequência, tipo e tamanho dos sismos ao longo do tempo nessa região. Estes são medidos através de observações de sismógrafos, utilizando uma escala de magnitude. Os sismos de magnitude 5 ou inferior são menores e mais numerosos, sendo normalmente medidos à escala local (Richter) e registados em observatórios nacionais. Os maiores sismos já registados têm intensidades ligeiramente superiores a 9. Causam tanto mais danos, quanto mais rasos forem em relação à superfície da Terra.

SISMOS DE ORIGEM NATURAL

Grande parte dos sismos relaciona-se com a tectónica de placas, sendo chamados **sismos tectónicos**. A aplicação de forças sobre as placas altera as rochas até atingir o seu ponto de elasticidade, o que provoca uma rutura e liberta energia acumulada de forma brusca. A energia é libertada por ondas que se propagam pela superfície e pelo interior do planeta. As rochas mais profundas (astenosfera) fluem plasticamente, em vez de entrar em rutura como as rochas da superfície (litosfera), nas quais os efeitos da propagação da energia dos sismos é mais devastador por serem mais rígidas.

É estimado que um máximo de 10% da energia total de um sismo se propague através de ondas. Os **sismos interplacas** são os mais frequentes e ocorrem na fronteira de placas. Os que ocorrem dentro de uma placa são chamados **intraplacas** e são mais raros.

Os sismos intraplacas podem dar origem a sismos profundos, segundo zonas de subdução (zonas de Benioff) entre 100 e 670 km. São causados pela transformação de minerais de forma repentina. Podem também ser de origem vulcânica, devido às movimentações de magma no interior da câmara magmática, ou pela pressão do magma ao ascender à superfície. Está mais associado ao vulcanismo explosivo que ao efusivo.

Os **sismos de afundamento** ocorrem na sequência de deslizamentos de correntes turbídicas (grandes fragmentos de rocha que deslizam no talude continental) ou abatimento de cavidades ou tetos de grutas. Alguns cientistas defendem que os sismos têm origem na migração de gases primordiais em grandes profundidades no interior da Terra.

! Um dos terremotos mais devastadores da história foi o de Lisboa, a 1 de novembro de 1755.

Além de ser arrasada pelo tremor, que atingiu entre 8.7 e 9 na escala de Richter, a capital portuguesa sofreu ainda com os incêndios e um *tsunami* que invadiu grande parte da cidade com ondas de cerca de 30 metros.

SISMOS INDUZIDOS

Nem todos os sismos são consequência de fenómenos naturais. Alguns podem ser devido à extração de minério, água de aquíferos ou combustíveis fósseis; outros devido à pressão da água nas barragens e albufeiras. Os sismos podem também ser causados por explosões, quedas de edifícios ou exercícios nucleares.

Apesar de causarem vibrações na Terra, não são considerados sismos no sentido lato, uma vez que o seu registo é diferente do de sismos naturais, por terem uma origem superficial e um raio de destruição inferior.



INGE LEHMANN (1888–1993)

Esta sismóloga e geofísica dinamarquesa descobriu a consistência do núcleo do planeta Terra, percebendo que este se dividia em externo e interno, sendo este último sólido. Através da observação do comportamento dos sismos, descobriu também uma descontinuidade no comportamento da zona interna da astenosfera, por baixo da crosta terrestre.

Capítulo 8

A TERRA EM ERUPÇÃO



À semelhança do que acontece com o vapor numa panela de pressão, as altas temperaturas no interior da Terra forçam o magma a sair do manto, em jatos de rocha líquida (lava), gases e cinzas. E assim nascem os vulcões! São considerados fontes de poluição natural e o seu característico aspeto cónico deve-se a lava de erupções anteriores arrefecida à volta da cratera.

A vulcanologia estuda a origem e ascensão da lava, das erupções à superfície e das estruturas vulcânicas atuais e passadas. Um dos principais objetivos é a previsão de erupções para elaborar planos de emergência. Parte da atividade vulcânica constitui um perigo natural, enquanto outra parte é benéfica para a sociedade. Os vulcões são, no entanto, apenas expressões à superfície da Terra de processos magmáticos com origens profundas.

O VULCÃO

É uma estrutura geológica criada quando o magma, gases e partículas quentes (como a cinza vulcânica) são libertados para a superfície do planeta, formando-se em estruturas de aspeto cónico e montanhoso.

Uma erupção pode resultar num desastre natural, por vezes de consequências à escala global. Como os sismos ou a tectónica, são imprevisíveis e causam danos de forma indiscriminada. Costumam formar-se junto às margens das placas tectónicas ou em hotspots (zonas onde o manto superior atinge altas temperaturas).

Já os solos à volta dos vulcões, formados por lava arrefecida, tendem a ser bastante férteis para agricultura.

! A temperatura da lava expelida por um vulcão pode chegar a incríveis 1200° Celsius.

Escala: água congela 0°C; temperatura de um verão quente +-40°C, ebulição da água 100°C, forno a assar 180°C; ponto de fusão do plástico PET 260°C; ponto de fusão do alumínio 660°C; ponto de fusão da prata 962°C).

TIPOS DE VULCÃO

Os vulcões podem ser classificados quanto ao tipo de material que é expelido, o qual tem implicações na forma do vulcão. Quando o magma é rico em sílica (> 65%) a lava é chamada de félsica ou ácida, e é muito viscosa, solidificando rapidamente. Os vulcões com este tipo de lava tendem a explodir, dado que a lava obstrui a chaminé do vulcão. Quando o magma tem menor teor de sílica (< 52%) chama-se máfico ou básico e as erupções contêm lavas fluidas que escorrem por longas distâncias.

O **cone de escórias** é o tipo mais simples e frequente de vulcão, sendo relativamente pequeno (< 300m) e formado por magmas de baixa viscosidade com composições basálticas ou intermediárias. Um belo exemplo desta tipologia é a Ilha do Feiticeiro, no lago Crater (Oregon, EUA).

Os **estratovulcões** ou **vulcões compostos** são maiores e têm uma atividade mais longa, sendo geralmente cónicos, com uma pequena cratera no topo, e flancos íngremes, construídos pela intercalação de lava e produtos piroclásticos, por uma ou mais condutas. A ilha vulcânica de Krakatoa, na Indonésia, é constituída por um complexo de estratovulcões.

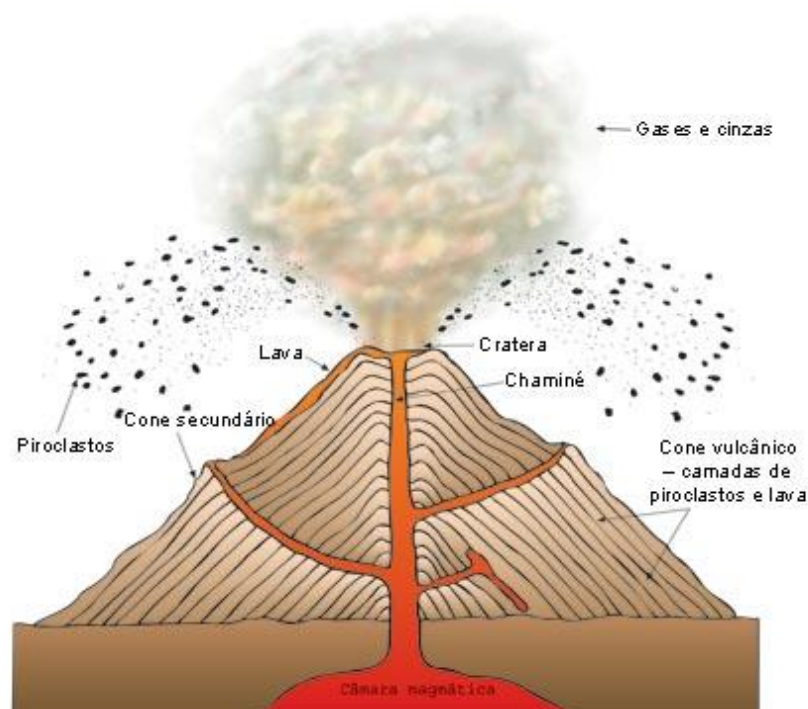


Figura 8: Estrutura de um estratovulcão

As maiores estruturas vulcânicas são as **caldeiras ressurgentes**, com diâmetros entre os 15 e os 100 km². São depressões amplas com elevações centrais. A Lagoa das Sete Cidades, na ilha de São Miguel (Açores), está situada no fundo da caldeira das Sete Cidades. Os **vulcões submarinos** encontram-se debaixo de água e são comuns nalguns fundos oceânicos, como a dorsal meso-atlântica. O vulcão da Serreta, na ilha Terceira (Açores), é um exemplo deste tipo.

! Quando o vulcão Krakatoa, na Indonésia, entrou em erupção em 1883, a força da sua explosão foi tão grande que foi ouvida a mais de 7.700 km de distância, na Austrália!

A ERUPÇÃO

A maior parte dos vulcões, tal como os sismos, encontra-se nos limites das placas tectónicas. A fricção e o calor causados pelas placas em movimento leva ao afundamento da crosta oceânica, e o magma sobe devido à sua baixa densidade. Quando o magma sobe através das zonas de fratura da crosta, e é armazenado na câmara magmática de um ou mais vulcões. Eventualmente o magma é obrigado a subir da câmara e é expelido para a superfície do planeta.

! Uma das mais conhecidas erupções vulcânicas da história foi a do Vesúvio, que soterrou a cidade romana de Pompeia no ano 79 d.C.

Esta cidade ficou debaixo de cinzas por mais de um milénio, até ser redescoberta no ano de 1738.

VULCÕES E TECTONISMO

A maioria dos vulcões encontra-se em três tipos de ambientes tectónicos:

(1) Nos limites construtivos das placas tectónicas

São os mais comuns, mas os menos observados uma vez que ocorrem sobretudo debaixo da superfície dos oceanos, ao longo de riftes, e o seu magma é de natureza basáltica. São sobretudo identificados pelos sismos associados às suas erupções ou por navios que passam nos locais onde estes existem, registando as elevações de temperatura ou precipitados químicos na água do mar. Ocasionalmente, a atividade dos riftes leva a que os vulcões atinjam a superfície do mar.

(2) Nos limites destrutivos das placas tectónicas

São os mais visíveis e mais bem estudados. Formam-se acima das zonas onde as placas oceânicas mergulham abaixo das terrestres. Os magmas são tipicamente “calco-alcalinos” por serem de zonas pouco profundas e em contacto com sedimentos, e a sua composição mineralógica é mais variada que a do tipo anterior.

(3) Hotspots (pontos quentes)

São vulcões que não se encontram ligados a um limite de placa, por serem formados pela interceção de uma zona de material quente do manto com a zona inferior da crosta.

A previsão das erupções não é possível com certezas absolutas, embora possa ser calculada com margem de erro através das análises de certos fatores.

SISMOS ASSOCIADOS A VULCÕES

Sempre que um vulcão está perto de entrar em erupção, os microssismos e os sismos de baixa magnitude ocorrem com maior frequência e apresentam uma tipologia de comportamento que os associa aos vulcões (tremores de curta duração - quando a rocha fratura devido à ascensão do magma; tremores de longa duração - com o aumento de gás na estrutura do vulcão; tremores harmónicos - quando o magma se movimenta debaixo da superfície).

Quando o magma se aproxima da superfície torna-se menos denso e começa a libertar gases gradualmente. Um aumento em dióxido de enxofre precede a chegada de magma à superfície.

Quando o magma se acumula perto da superfície, tende ainda a deformar o terreno.

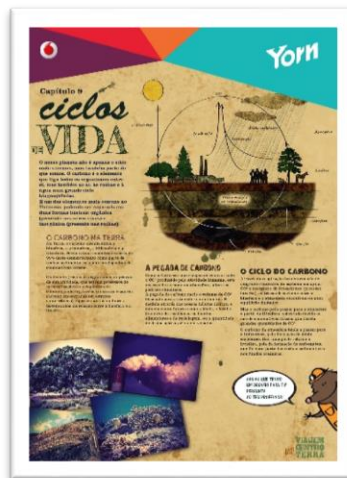


KATIA KRAFFT (1942-1991) E MAURICE KRAFFT (1946-1991)

Este casal de vulcanólogos franceses foi pioneiro na recolha de fotografia e filme de erupções a curtas distâncias do fenómeno. Em 1991, quando se encontravam a documentar o Monte Unzen, um complexo vulcânico japonês constituído por vários estratovulcões, foram vítimas de um fluxo piroclástico gerado pela maior erupção desse ano, onde perderam a vida.

Capítulo 9¹

CICLOS DE VIDA



O nosso planeta não é apenas o sítio onde vivemos, mas também parte do que somos. O **carbono** é o elemento que liga todos os organismos entre si, mas também ao ar, às rochas e à água num grande ciclo biogeoquímico. É um dos elementos mais comuns no Universo, podendo ser separado em duas formas básicas: orgânica (presente nos seres vivos) e inorgânica (presente nas rochas).

O CICLO DO CARBONO

Através da respiração (transformação de oxigénio e hidratos de carbono em água, CO₂ e energia) e da fotossíntese (processo inverso à respiração), as trocas de carbono entre a biosfera e atmosfera encontram-se num equilíbrio dinâmico.

Todavia, o carbono pode passar para a atmosfera a partir da litosfera, sobretudo devido à ação humana. O uso de combustíveis fósseis e de minerais orgânicos ricos em carbono liberta quantidades cada vez maiores de CO₂ para a atmosfera, perturbando o equilíbrio natural destas trocas.

O carbono da atmosfera tende a passar para a hidrosfera, através da formação de ácido carbónico. Daí, uma parte retorna à litosfera, através da formação de carbonatos, os quais formam parte das rochas sedimentares nos fundos oceânicos.

A PEGADA DE CARBONO

Estes processos são demasiado longos na Natureza, não sendo capazes de renovar o excesso de CO₂ libertado anualmente devido à atividade humana. Logo, este excesso de carbono na

¹ No Capítulo 9 (painel 9), o aluno é informado da existência de um desafio. Este pode ser encontrado no desdobrável de apoio distribuído com os restantes materiais do projeto “Exposição na Escola”.

atmosfera aumenta a temperatura global, alterando os padrões climáticos. Na hidrosfera, aumenta a acidez da água, desregulando vários ecossistemas.

A **pegada de carbono** é uma medição do volume de dióxido de carbono que emitimos anualmente para a atmosfera. É medida através dos nossos hábitos diários e tem em conta fatores como a idade, o local e dimensão da residência, os hábitos alimentares e de reciclagem, a quantidade de deslocações a pé ou em veículos motorizados.

Este instrumento foi criado com base na pegada ecológica, e pretende promover hábitos que reduzam a quantidade de emissões anuais de CO₂.

A FORMAÇÃO DE DEPÓSITOS DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS

Na Terra, o carbono circula entre a biosfera, a atmosfera, a hidrosfera e a litosfera. Estima-se que 99% deste elemento se encontre nesta última esfera, tanto como parte de rochas sedimentares, como em depósitos de combustíveis fósseis.

Os fósseis e os depósitos de combustíveis orgânicos representam os melhores testemunhos da relação entre a biosfera e a litosfera.

- Os **fósseis** são restos de organismos ou evidências da sua ação no planeta, sendo formados por processos diversificados, desde a conservação em gelo ou âmbar, à constituição de moldes e à petrificação. Este último ocorre pela substituição gradual dos restos orgânicos das partes duras de um ser vivo (geralmente ossos, conchas, ovos ou caules) por matéria mineral ou rochosa.



Figura 9: Formação de fósseis em registo geológico

Os **reservatórios de minerais orgânicos** como o petróleo ou o carvão são formados pela decomposição de organismos, tornando-se misturas ricas em carbono pela perda contínua de outros elementos.

! O primeiro poço de petróleo da história foi construído pelos chineses no ano 347 a.C.



NAÇÕES UNIDAS (1945)

Em 1992, as Nações Unidas realizaram a primeira conferência sobre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, em Estocolmo. Nesta conferência, vários países comprometeram-se em encontrar soluções para problemas relacionados com o excesso de CO2 libertado para a atmosfera, assim como outros relacionados com o meio ambiente e com a vida em sociedade.

10 anos depois foi realizada a Conferência Rio+10, no Rio de Janeiro, onde as Nações Unidas fizeram um balanço dos objetivos alcançados ao fim de 10 anos de compromisso com o ambiente. Recentemente, em 2012, a Rio+20 renovou esse compromisso e lançou novos desafios.

DESDOBRÁVEL DE APOIO

Com os materiais de apoio disponibilizados, cada aluno receberá um **DESDOBRÁVEL** que, para além de um cartão com acesso a comunicações gratuitas Yorn (no âmbito do apoio da Vodafone), apresenta um **DESAFIO!**

PARA UMA AULA DIFERENTE!

O desafio proposto neste desdobrável pode ser realizado individualmente ou em grupo, na sala de aula. O objetivo é que, a partir das pistas fornecidas, os alunos testem os seus conhecimentos sobre **Geologia** e descubram as nove palavras escondidas em cada painel².

A exploração deste material poderá ainda ser aproveitada para o aprofundamento deste tema, desafiando-se os alunos a realizarem pesquisas na Internet, na biblioteca da escola e do município!

TESTA OS CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS NA VISITA À EXPOSIÇÃO E CONSTRÓI O CAMINHO ATÉ À SAÍDA DESTE LABIRINTO SUBTERRÂNEO

DESAFIO

▶ 1 PLAYER GAME
◆ 2 PLAYER GAME

● P1. Esta é a camada mais externa do planeta.

● P2. Minerais com a mesma composição química, mas diferentes estruturas.

● P3. O processo de desgaste das rochas em partículas por fenómenos naturais.

● P4. Vestígios de vida que podem ser encontrados nas camadas geológicas.

● P5. Nome dado a uma camada de rochas em geologia.

● P6. Zonas onde as placas tectónicas são destruídas.

● P7. O ponto de origem de um sismo chama-se hipocentro. Qual o nome do seu equivalente à superfície da Terra?

● P8. Nome dado ao material quente que sobe do manto e se aloja na câmara de vulcão.

● P9. O nome que se dá aos sais ou minerais resultantes da passagem do Carbono da biosfera ou hidrosfera para a litosfera.

Ajudá-estrel! O número de cada pista é o mesmo do capítulo (assinál) da exposição onde poderás encontrar a resposta.

² 1. Crosta 2. Polimorfos 3. Erosão 4. Fósseis 5. Estrato 6. Subdução 7. Epicentro 8. Magma 9. Carbonatos.

ATIVIDADES

(Ponto de Partida)

**QUAL A DIFERENÇA ENTRE UMA ROCHA E UM MINERAL?
O QUE É O TEMPO GEOLÓGICO?
QUAIS OS TESOUROS QUE SE ENCONDEM NO SUBSOLO?
COMO SE EXPLICAM FENÓMENOS GEOLÓGICOS COMO OS
VULCÕES E TERRAMOTOS?**

Utilize estas perguntas como ponto de partida para o estudo da Geologia e da compreensão do mundo em que vivemos, a Terra, e converse com os seus alunos sobre os seguintes tópicos:

- O que é a Geologia? O que é que estuda?
- Como é composta a estrutura da Terra?
- Porque é que o estudo dos minerais é tão importante?
- Que tipos de rochas existem?
- O que é o Ciclo das Rochas?
- Como se mede o tempo geológico?
- Como é possível contar a história da Terra através das suas camadas?
- O que é a tectónica de placas?
- Porque treme a Terra?
- O que é o Ciclo do Carbono?

2.º CICLO

1 | VAMOS (AR)RISCAR?

Apesar da forma mais fidedigna de identificar um mineral ser através da sua análise microscópica (estrutura cristalina e composição química), durante o trabalho de campo é muito difícil fazer este tipo de análises.

O que fazer?!

Durante uma saída de campo para recolha de minerais da região, desafie os seus alunos a identificar os exemplares recolhidos, através das suas propriedades físicas, utilizando testes muito simples!

- (1) Teste de risca: riscar com vários minerais diferentes a mesma superfície - normalmente cerâmica - e registar a cor que cada um produz
- (2) Teste de dureza: testar a dureza de minerais uns contra os outros – por exemplo, giz em ardósia - e registar os mais duros em relação aos menos duros;
- (3) Teste de cor: numa escala de cor, identificar a cor predominante de cada mineral e registá-la)

MINERAL RECOLHIDO (fotografia)	Teste de risca	Resultado (Fotografia)	Notas e observações:
	Teste de dureza	Resultado (Fotografia)	Notas e observações:
	Teste de cor	Resultado (Fotografia)	Notas e observações:

Cada aluno (ou grupo de dois alunos) deverá elaborar uma matriz com a descrição de uma cada um destes testes e propriedades e características observadas, de forma a identificar os minerais encontrados.

📌 Proponha aos seus alunos que façam uma apresentação/animação da realização de cada um dos testes (pequeno vídeo ou GIF animado), de forma a ilustrar todo o processo. No final, poderão partilhar nas plataformas digitais da escola.

2 | UIM CICLO SABOROSO!

A erosão, o intemperismo, a pressão e a temperatura e a fundição são os processos que atuam, de uma forma lenta e contínua, sobre as rochas (dos diferentes tipos), levando à formação de novas rochas. Por outras palavras, o ciclo das rochas!

Proponha aos seus alunos a realização de uma atividade científica e, simultaneamente, saborosa: a simulação do ciclo das rochas, usando **chocolate!** Desta forma, os alunos irão derreter, cristalizar, erodir e transformar um pedaço de chocolate (em vez de uma rocha).

Durante este processo, os alunos deverão tomar notas (texto e fotografia) sobre os resultados de cada fase.

Para dar início à atividade³, necessitam de duas barras pequenas (1 cm³) de chocolate (negro e branco) e seguir o ciclo:

1. As barras de chocolate são derretidas numa placa aquecida, com diferentes temperaturas de fusão e reologias, devido a diferenças de composição.
2. O "magma" (chocolate derretido) é, depois, arrefecido, quer lentamente, quer rapidamente, e as texturas resultantes são examinadas e comparadas com amostras de granito e basalto.
3. O chocolate "ígneo" transforma-se, então, em solo e é desgastado para mostrar erosão e o material resultante é transformado, através da pressão, formando o chocolate "sedimentar".
4. O chocolate "sedimentar" é, em seguida, submetido a grande pressão de forma a imitar o intemperismo e o calor adicional derrete novamente o chocolate, transformando-o, uma vez mais, em magma.
5. Os alunos deverão comparar as "rochas" de chocolate com amostras de rochas reais em cada uma dessas etapas.

No final, deverão descrever (texto e fotografia ou vídeo) a "história de vida" da sua rocha (de chocolate), ilustrando o ciclo das rochas como um todo e cada uma das suas fases.

! Desafie os seus alunos a criarem um blogue, no qual poderão partilhar com a comunidade os seus (saborosos) resultados. Poderão ainda partilhar as experiências nas plataformas digitais da escola.

³ Para informação detalhada relativamente a esta experiência, poderão consultar:
<http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/intro/activities/23590.html>.

3.º CICLO

1 | AS ROCHAS NÃO SÃO SÓ PAISAGEM

Mesmo num país com uma dimensão territorial pequena como Portugal, muitas são as diferentes paisagens que o caracterizam: desde as imponentes serras e montanhas até às magníficas praias, banhadas pelo Atlântico. Esta diversidade de paisagens deve-se ao tipo de rochas que as caracterizam.

Organize os seus alunos em grupos de quatro elementos e proponha-lhes que realizem uma pesquisa sobre a paisagem geológica da região onde vivem. Deverão organizar a informação recolhida em dois tipos de materiais:

- (1) **Caderno de campo**, onde poderão colocar as suas notas e observações, identificar o tipo de vegetação, desenhar, colar fotografias e outros elementos que considerem importantes, bem como colocar o nome e/ou as coordenadas GPS do local onde encontraram cada amostra.
- (2) **Caixa com as amostras de rochas e/ou minerais recolhidos**, devidamente identificadas com uma etiqueta e com uma pequena legenda identificativa (nome, localização, data de recolha e outras informações consideradas relevantes).

No final, poderão organizar uma exposição para toda a comunidade escolar com todos os materiais criados e recolhidos.

! Desafie os seus alunos a realizarem uma reportagem fotográfica/vídeo das saídas de campo e partilharem, no momento, as suas descobertas e observações nas várias plataformas digitais, como o Facebook ou o Twitter.

2 | QUANDO A TERRA TREME...

O terramoto de 1 de novembro de 1755 que abalou a cidade de Lisboa foi um dos mais devastadores da história. A capital foi arrasada pelo sismo, que se calcula ter atingido entre 8.7 e 9 na escala de Richter, fustigada por inúmeros incêndios e invadida por um tsumani, cujas ondas atingiram cerca de 30 metros de altura.

Após o terramoto de Lisboa, o Marquês de Pombal, secretário de Estado do Reino de D. José I, realizou um inquérito nacional, com o objetivo de compreender melhor os efeitos do sismo. Este inquérito foi considerado um dos primeiros trabalhos de análise de sismos com rigor, sendo um precursor da sismologia. Os seus resultados permitiram que os sismólogos da atualidade pudessem reconstruir o evento com precisão científica!

Inspirados pela curiosidade científica demonstrada pelo Marquês de Pombal, desafie os seus alunos a organizarem-se em grupos de dois elementos e a realizarem um trabalho de investigação sobre o Terramoto de 1755: as suas características do ponto de vista científico e geológico; o seu impacto na sociedade lisboeta, portuguesa e europeia (século XVIII, em pleno Iluminismo); a sua história. Para tal, podem recorrer como a Internet, bem como a biblioteca da escola e/ou do município.

Os trabalhos podem assumir o formato de uma apresentação multimédia, vídeo ou uma animação que ilustre as descobertas realizadas. No final, deverão ser partilhados no Website da escola, blogue e outras plataformas digitais.

- ! Proponha aos seus alunos que complementem a sua investigação, pesquisando sobre outros sismos de intensidade igual ou semelhante ao de 1755 e localizá-los num mapa-mundi que podem associar aos trabalhos.

FONTES DE DOCUMENTAÇÃO

PARA LER

A.A.V.V (2003)

Gemas, Cristais & Minerais. Pequena enciclopédia

Edições 70

Amparo Dias da Silva et al. (2000)

Ciências da Terra e da Vida 11.º Ano: Terra, Universo de Vida - 2.ª parte - Geologia.

Porto Editora

Christine Gaudin, Émilie Beaumont (2015)

Os Vulcões

PANINI BOOKS

Lluís Borràs [Tradução: Mário Cachão] (2013)

Atlas Básico de Fósseis e Minerais

Didáctica Editora

Maria Fernanda Rollo (2008)

História e Ciência da Catástrofe. 250 Aniversário do terramoto de 1755

Edições Colibri

M. Roque, M. A. Ferreira e A. Castro (2001)

Geologia 12.º Ano - Edição revista e actualizada

Porto Editora

Neil Morris (2008)

Terramotos - Porque Acontecem? Onde Acontecem?

Didáctica Editora

R. F. Symes (1995)

Enciclopédia Visual - Rochas e Minerais

Verbo

Rui Tavares (2015)

O Pequeno Livro do Grande Terramoto

Tinta da China

Susanna Rose (2007)

Enciclopédia Visual – Vulcões

Verbo

Walter Schumann (2007)

Guia dos Minerais

Editorial Presença

PARA EXPLORAR

PT

Comissão Internacional para a Estratigrafia

URL: <http://www.stratigraphy.org/>

FCiências

URL: www.fciencias.com/tag/geologia/

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

URL: <http://www.icnf.pt/>

Instituto Português do Mar e da Atmosfera

URL: <http://www.ipma.pt/>

Laboratório Nacional de Energia e Geologia

URL: <http://www.lneg.pt/>

Museu Geológico - LNEG

URL: <http://www.lneg.pt/museugeologico/>

Museu Nacional de História Natural e da Ciência

URL: <http://www.museus.ulisboa.pt/>

EN

American museum of Natural History

URL: <http://www.amnh.org/>

Natural History – National Museum of Ireland

URL: <http://www.museum.ie/Natural-History>

Natural History Museum

URL: <http://www.nhm.ac.uk/>

Science Museum

URL: <http://www.sciencemuseum.org.uk/>

PARA VISITAR

Centro de Ciência Viva de Estremoz

Espaço Ciência, Convento das Maltezas

7100-513 Estremoz

Tel: +351 268 334 285

Tlm.: +351 912 165 111 /+351 968 312 768

e-mail: ccvestremoz@uevora.pt

URL: <http://www.cvestremoz.uevora.pt/home/>

Expolab

Avenida da Ciência - Beta, nº8

Rosário

9560-421 Lagoa

São Miguel - Açores

Tel.: 296960520

e-mail: geral@expolab.pt

URL: <http://expolab.centrosciencia.azores.gov.pt/>

Museu Geológico – LNEG

Rua da Academia das Ciências, Nº 19 – 2º

1249-280 Lisboa

Tel: 21 346 39 15

e-mail: museugeol@lneg.pt

URL: <http://www.lneg.pt/museugeologico/>

Museu de História Natural de Sintra

Rua do Paço, 20

2710-602 Sintra, Portugal

Tel: +35121923 8563

e-mail: museu.hnatural@cm-sintra.pt

URL: <http://www.cm-sintra.pt/museu-de-historia-natural-de-sintra>

Museu Nacional de História Natural e da Ciência

Rua da Escola Politécnica 56/58,

1250-102 Lisboa

Portugal

Tel: +351 213921800 / +351 213921808

e-mail: geral@museus.ulisboa.pt

URL: <http://www.museus.ulisboa.pt/>

LISTA DE CRÉDITOS

CARTA/REGULAMENTO/DESDOBRÁVEL

Fluorapofilita em estilbita, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fluorapophyllite_on_stilbite.jpg

Vulcão Augustine, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Augustine_Volcano_Jan_12_2006.jpg

Prancha, domínio público, disponível em
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Wood-clipboard.jpg>

CAPÍTULO 1

Bolas de bilhar, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Scattered_billiards_balls.JPG

Selo, Public Domain, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1987_CPA_5892.jpg

CAPÍTULO 2

‘Diamond and graphite without structures.jpg’, imagem original de Rob Lavinsky, licença CC BY-SA 3.0* disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diamond_and_graphite_without_structures.jpg

Quartzo, domínio público, disponível em
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:QuartzUSGOV.jpg>

Pirite, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pyrite_60608.jpg

‘Streak_plate_with_Pyrite_and_Rhodochrosite’, imagem original de Ra’ike, licença CC BY-SA 3.0*

CAPÍTULO 3

Eclogito, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eclogite_Norway.jpg

CAPÍTULO 4

Espiral geológica, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Geological_time_spiral.png

P.G. Silva, C. Zazo, T. Bardají, J. Baena, J. Lario, A. Rosas y J. van der Made, (eds.), 2009.

CAPÍTULO 5

Sahelanthropus, original de Daderot licenciado a domínio público CC0 1.0 **, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sahelanthropus_tchadensis_skull_-_Naturmuseum_Senckenberg_-_DSC02104.JPG

Tabela Cronoestratigráfica do Quaternário. AEQUA, disponível em
http://tierra.rediris.es/aequa/doc/tabla_aequav2_2009.pdf

CAPÍTULO 6

Anel de Fogo do Pacífico, original de National Geophysical Data Center - National Oceanic and Atmospheric Administration, disponível em
https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/image/images/slide_set2/newslide19.jpg

CAPÍTULO 7

Das Ruinirte Lissabon, Biblioteca Nacional de Portugal (cota E-1342-V), cópia pública disponível em <http://purl.pt/4969>

CAPÍTULO 8

Krakatoa, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Krakatoa_Tsunami_1883.jpg

Plínio, domínio público, disponível em
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plinio67_1888.jpg

CAPÍTULO 9

'Grassy Mountain Coal Mine near Crowsnest Pass, Alberta, Canada.JPG', imagem original de Keith McClary, licença CC BY-SA 3.0* disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grassy_Mountain_Coal_Mine_near_Crowsnest_Pass,_Alberta,_Canada.JPG

*CC BY-AS 3.0: Licença Creative Commons Share-Alike 3.0 Unported (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.en>)

**CC0 1.0: Licença Public Domain Dedication (<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/deed.en>)

'Poissons du lagon de la Réunion', imagem original de Philippe Bourjon, licença CC BY-SA 3.0*, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Poissons_du_lagon_de_la_R%C3%A9union.jpg

Coluna de fuma, domínio público, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CLOSEUP_OF_SMOKE_FROM_A_STACK_AT_THE_PHILLIPS_POWER_STATION_OWNED_BY_THE_DUQUESNE_LIGHT_COMPANY_AND_LOCATED_ON_THE..._-_NARA_-_557301.jpg

Azinhreira, domínio público, disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quercus_rotundifolia1.jpg

FILME MULTIMÉDIA

"mario_boss.wav", Nicolas Drweski.

"8BIT CIRCUS MUSIC", William Trevaskis.