



GUIÃO DE CONTEÚDOS



ABRIL 2007



Em Busca dos Fósseis

No decurso dos últimos 4600 milhões de anos, a Terra transformou-se de um amontoado de poeiras e detritos espaciais em fusão para o planeta com oceanos azuis que hoje conhecemos.

Estas mudanças – o aparecimento de água e de uma atmosfera, os primeiros organismos microscópicos, a evolução de um conjunto muito vasto de animais e plantas complexos – deixaram a sua marca, em particular nas rochas.

Nos últimos duzentos anos, os cientistas conseguiram reconstituir a história geológica e biológica do nosso planeta.

A História da Terra Escrita nas Rochas

Ao longo dos milhares de milhões de anos da existência da Terra ocorreram inúmeros fenómenos dos quais não temos conhecimento uma vez que não deixaram registo por terem sido apagados por outros mais recentes. Porém muitos ficaram registados nas rochas formadas ou edificadas ao longo do tempo geológico, permitindo ao Homem conhecer melhor o planeta que habita.

O estudo do registo geológico gravado nas rochas, permitiu desvendar segredos nelas encerrados e a pouco e pouco reconstituir o grande livro do passado da Terra, com inúmeros capítulos cuja leitura nos levaram a descobrir como se formaram e transformaram continentes e oceanos, como evoluíram os seres vivos, como se modificou o clima e o meio ambiente e quais as grandes catástrofes naturais que ocorreram.

Dentro de cada capítulo, a ordenação das suas páginas é uma tarefa infundável que os geólogos de todo o Mundo prosseguem continuamente, dia a dia, ano a ano, através de intensos trabalhos de levantamento de campo e de variados estudos e experiências que conduzem a novas descobertas e conhecimento, que vão permitindo ordenar e acrescentar mais páginas a este grande livro.

A Importância do Estudo dos Fósseis

O estudo dos fósseis proporcionou ao Homem uma viagem no tempo geológico, possibilitando a reconstituição do que seria o mundo vivo em tempos geológicos passados e fornecendo a chave para a compreensão da evolução dos seres vivos desde que estes, há mais de 3500 milhões de anos, surgiram na Terra.

Conjuntamente com dados petrográficos, geoquímicos, paleontológicos permitiu a interpretação e a reconstituição do meio ambiente do passado nos quais os seres vivos habitaram e se desenvolveram.

Mas afinal o que é um fóssil?

A palavra fóssil deriva do latim **fossilis** que significa “tirado da terra” e designa qualquer corpo extraído das rochas. Mas como iremos ver, actualmente, o termo fóssil é muito mais abrangente do que a definição do latim.

Os fósseis são restos, marcas ou vestígios da actividade de seres vivos, que ficaram preservados nas rochas ou outros materiais naturais.

Deste modo, tanto são fósseis os restos das conchas de bivalves, as carapaças de equinodermes, os dentes e ossos de vertebrados preservados e fazendo parte integrante das rochas que os contêm, como o são as pegadas, os rastros, e outras marcas deixadas em sedimentos pela passagem de seres vivos, tais como os dinossauros, as trilobites, os vermes, etc. Igualmente os vestígios da actividade dos seres vivos são considerados fósseis, como os excrementos de animais, ovos, cavidades e perfurações de abrigo - designados por icnofósseis e cujo estudo constitui a icnologia.



Em que condições se forma um fóssil? E como?

A formação de um fóssil pode levar milhões de anos e requer a ocorrência de diversas condições em simultâneo.

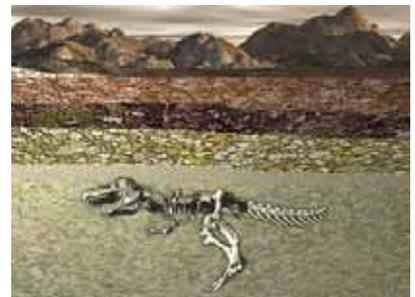
Assim que morrem, os cadáveres dos organismos começam imediatamente a sofrer o processo de decomposição. Para que um organismo fossilize, ele terá de ficar coberto ou isolado dos agentes de deterioração. Mas embora enterrados, os cadáveres sofrem alterações, as estruturas moles dos seus corpos decompõem-se tão depressa que dificilmente são conservados e fossilizados.

É por isso que fósseis inteiros de seres vivos são muito raros, a grande maioria corresponde, apenas, às partes duras esqueléticas, conchas, dentes, ossos, carapaças, espículas, etc.

Embora as condições do meio marinho sejam mais favoráveis à formação de fósseis, também em terra existem zonas com condições que permitem a fossilização de seres vivos. Estamos a falar dos lagos, zonas pantanosas, desertos e zonas geladas.

Mas então quais são os factores que condicionam o processo de fossilização?

- **O isolamento dos cadáveres e restos de seres vivos da erosão;**
- **A presença de esqueleto interno ou externo mineralizado resistente;**
- **A natureza dos sedimentos envolventes;**
- **A geoquímica do meio;**
- **As características do meio ambiente;**
- **O clima.**



Processos de fossilização

A fossilização é o conjunto de processos de natureza variada que conduzem à conservação dos restos ou vestígios dos seres vivos. Tratam-se de processos complicados e longos dependentes, como vimos, de várias condições de ordem geológica, geoquímica, biológica, climática e ecológica. Desta forma, facilmente se percebe, que apenas uma parte muito pequena da imensa variedade de seres vivos, que habitaram a Terra ao longo do tempo, fossilizou.

De qualquer forma, o registo preservado é suficiente para compreendermos a evolução da vida na Terra e da diversidade de formas que a habitaram.

Existem diversos processos de fossilização, que a seguir se apresentam:

CONSERVAÇÃO

CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
<p>Os restos dos organismos mantêm-se quase inalterados, apenas com modificações mínimas.</p> <p>Este processo inclui a mumificação, em que o cadáver sofre sobretudo desidratação. É o aprisionamento/envolvimento de organismos em substâncias fossilizantes, como o âmbar, asfalto, gelo ou sílica, permanecendo aí conservados.</p>	<p>O exemplo mais conhecido de conservação, é a dos mamutes da Sibéria conservados no gelo.</p> <p>Os insectos aprisionados e conservados no âmbar (resina), é outro exemplo muito conhecido.</p>  <p>Insecto conservado em âmbar</p>

MINERALIZAÇÃO

CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
<p>A fossilização dá-se por transformações químicas, pelas quais a matéria orgânica é substituída por matéria mineral, como a calcite, a sílica e a pirite, entre outros.</p>	<p>Estrutura de Corais em calcite</p>  <p>Estrutura de Corais em calcite</p> 

INCARBONIZAÇÃO

CARACTERÍSTICAS

Processo comum de fossilização dos vegetais e animais com esqueletos de natureza quitinosa. Consiste no enriquecimento progressivo em carbono em relação aos outros elementos químicos da matéria orgânica.

EXEMPLOS



Pinha fossilizada

MOLDAGEM

CARACTERÍSTICAS

Este processo consiste na reprodução da morfologia interna ou externa de um resto de organismo pelo sedimento consolidado que o preenche ou envolve, respectivamente. Chama-se molde interno quando a reprodução é do interior do organismo, por exemplo, o interior das conchas. O molde externo reproduz a morfologia externa do organismo fóssil.

EXEMPLOS



Molde interno de um gastrópode



Molde externo de um bivalve

IMPRESSÃO

CARACTERÍSTICAS

As impressões são moldes externos de estruturas finas (baixo relevo), como folhas ou penas e rastros deixados por seres vivos. As impressões são conservadas quando os sedimentos moles em que foram deixadas sofrem diagênese, petrificando-as.

EXEMPLOS



Impressão da asa de um insecto



Impressão da folha de um feto

MARCAS E VESTÍGIOS DE ACTIVIDADE DOS SERES VIVOS

CARACTERÍSTICAS

As marcas ou vestígios de actividades vitais dos seres vivos, também podem ser fossilizadas – conhecidos por icnofósseis – como pistas, tubos, pegadas, ovos, ninhos e fezes. Estes últimos, chamados coprólitos, podem fornecer uma ideia do comportamento alimentar do animal.

EXEMPLOS



Local: Penha Garcia, Idanha-a-Nova

Rastos de trilobites em quartzitos do Paleozóico.

Pista de pegadas de dinossauros em calcários do Jurássico Médio (Mesozóico).



Local: Pedreira do Galinha—Fátima



Local: Deserto de Gobi — Mongólia

Ninho de dinossauros

Atenção aos falsos fósseis ou pseudofósseis !

Existem marcas nas rochas produzidas por diversos processos físico-químicos que por vezes possuem características que podem ser confundidos com fósseis autênticos. São por isso chamados falsos fósseis.

Estão nestes casos, por exemplo, as dendrites, estruturas arborescentes originadas pela infiltração e precipitação de óxidos de ferro e manganês nas fissuras ou diaclases das rochas, assemelhando-se a ramos de vegetais. Ou ainda o caso de estruturas originadas pela infiltração de gotas de água através de fendas das rochas.



O estudo dos fósseis e a evolução da vida

Os fósseis constituem a evidência primária da extraordinária evolução da vida no nosso planeta. Assim o estudo dos fósseis permitiu ao Homem a descoberta da sua Origem, as linhas evolutivas dos seres vivos, entre muitos outros.

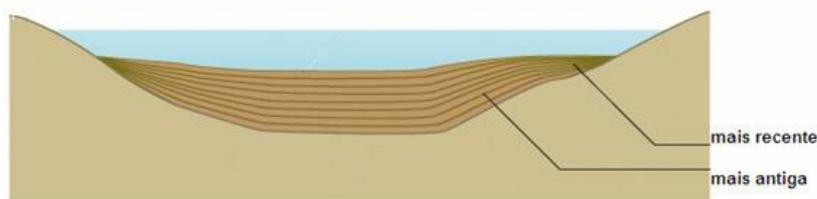
O estudo dos fósseis constitui a Paleontologia, ramo importante da Geologia. Estudos paleontológicos permitiram ao Homem obter uma visão do desenvolvimento da vida ao longo do tempo geológico, através do estudo e organização sistemática dos seres vivos do passado, da variedade das adaptações dos seres vivos face aos diferentes meios ambiente, da distribuição espacial e temporal dos mesmos, constituindo, por isso, a chave para a interpretação e reconstituição paleoambiental e paleogeográfica da Terra.

Através do estudo dos fósseis foi possível ao Homem:

- ⇒ **Compreender a evolução dos seres vivos, as adaptações e extinções ao longo da história da Terra;**
- ⇒ **Reconstituir os organismos numa dada época, o seu modo de vida, como é que interagiam entre si e como se relacionavam com o meio ambiente onde viviam;**
- ⇒ **Reconstituir os ambientes do passado e assim reconstituir a geografia da Terra;**
- ⇒ **Reconstituir os climas do passado;**
- ⇒ **Efectuar a datação relativa dos estratos rochosos.**

Vamos ver com mais pormenor a idade relativa das rochas

A partir dos fósseis e da aplicação do princípio da sobreposição dos estratos pode-se fazer a **datação relativa das rochas sedimentares** e correlações entre rochas de locais distantes.



Sedimentação num lago ou mar

O Princípio da Sobreposição dos estratos diz-nos que....

numa sucessão não deformada de estratos sedimentares, os estratos sedimentares mais antigos são cobertos sucessivamente pelos mais recentes. Ou seja, o estrato sedimentar é de idade mais recente do que o que está por baixo e, mais antigo, do que o que se situa por cima.



Este princípio também se aplica aos fósseis que existam nessas camadas sedimentares.

Ao encontrarmos em zonas distantes ou em zonas adjacentes as mesmas camadas litológicas com o mesmo conteúdo fossilífero, pode-se dizer que as camadas têm a mesma idade, aplicando-se o **Princípio da Continuidade estratigráfica**.

Voltando à idade relativa das rochas podemos verificar que os **Fósseis de Idade**

são muito importantes para a datação relativa de formações geológicas, uma vez que os estratos que apresentem o mesmo conteúdo fossilífero são considerados da mesma idade.

Fósseis de idade ou fósseis característicos

Nem todos os fósseis apresentam características que permitam o seu uso como fóssil de idade. As principais características necessárias para se enquadrar um fóssil no grupo de fósseis de idade ou fósseis característicos, são:

1 – Evolução rápida e curta distribuição temporal – ou seja, o fóssil só é característico de um dado tempo geológico, se o intervalo entre o seu aparecimento e a sua extinção for curto.

Por exemplo os fósseis de arqueociatídeos são bons fósseis para a datação de formações de idade entre o Câmbrio Inferior ao Câmbrio Médio, pois apareceram, atingiram o pico de biodiversidade e extinguiram-se durante este intervalo de tempo.

2 - Ampla distribuição geográfica – de forma a poderem ser encontrados em diversos locais e permitirem comparações entre estratos geológicos distantes.

Se um determinado fóssil obedece à condição 1 mas tem distribuição muito reduzida, não se poderá utilizar como fóssil de idade ou característico. Assim um grupo fóssil com uma distribuição ao nível local tem interesse limitado.

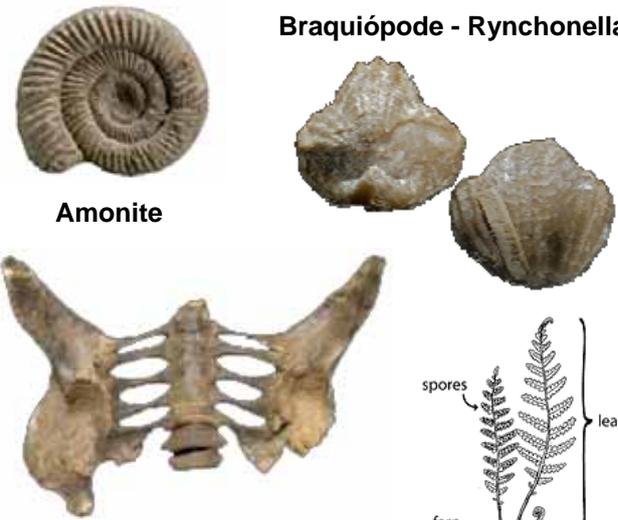
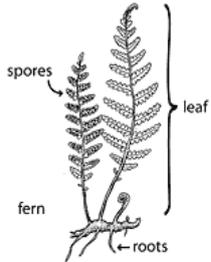
3 – Ocorrência em abundância – quanto maiores forem as populações dos seres vivos, maior será a probabilidade de se formarem fósseis e ocorrerem no registo geológico.

4 – Estruturas fossilizáveis – a fossilização de um organismo depende em grande medida da presença de estruturas rígidas, como conchas, carapaças, dentes ou ossos. Se um determinado grupo de organismos obedecer às três condições anteriores mas não possuir estruturas endurecidas, a probabilidade de vir a integrar o registo fóssil é bastante mais reduzida.

Segue uma pequena lista de **Fósseis de Idade**, bem como a seu registo fotográfico, mais utilizados em **Bioestratigrafia**, que é a área da Estratigrafia que relaciona a idade dos estratos rochosos com base nos seus conteúdos fossilíferos.

FÓSSEIS DE IDADE

<i>Idade Geológica</i>	<i>Fósseis</i>	<i>Registo Fotográfico</i>
Pré-câmbrico	Estromatólitos	 <p>Estrutura Estromatolítica</p>
Paleozóico	Trilobites Graptólitos planctónicos Goniatites Braquiópodes (alguns géneros) Arqueociatídeos	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>Graptólitos</p>  </div> <div style="width: 50%;">  <p>Trilobite</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Goniatite</p>  </div> <div style="width: 50%;">  <p>Braquiopóde— Orthis</p> </div> </div>

Idade Geológica	Fósseis	Registo Fotográfico
Mesozóico	<p>Amonites</p> <p>Rudistas</p> <p>Braquiópodes (alguns géneros)</p> <p>Dinossauros</p>	 <p>Braquiópode - Rynchonella</p> <p>Amonite</p> <p>Dinossauro (Ossos da bacia)</p>  <p>Esporos de fetos</p>
Cenozóico	<p>Mamíferos</p> <p>Foraminíferos planctónicos</p>	

Fósseis de ambiente ou fósseis de fácies

São os fósseis que melhores indicações fornecem quanto às características do ambiente em que viveram – Paleoambiente. Correspondem a organismos com exigências de vida muito específicas e restritas.

A identificação dos paleoambientes permite-nos reconstituir a geografia da Terra no passado – Paleogeografia - , como por exemplo, a distribuição dos continentes e oceanos, a extensão de mares antigos, praias, lagos, entre outros.

A partir dos seres vivos actuais podem-se extrapolar as suas características para os organismos fósseis similares, como por exemplo, o modo de vida, o tipo de alimentação, o tipo de locomoção, a reprodução, etc. Os Paleontólogos chamam a este princípio o **Princípio das causas actuais** e que se resume da seguinte forma: as interacções dos seres vivos actuais, entre si e com o meio ambiente, são a chave para a interpretação dos requisitos ecológicos e das relações dos seres vivos no passado. Assim, parte-se do princípio que as exigências ambientais de organismos fósseis foram as mesmas que as dos organismos actuais que lhes são similares, podendo-se desta forma extrapolar a Paleoecologia da altura em que viveram esses organismos fósseis.

Noção de Fóssil “Vivo”

Um fóssil “vivo” é um organismo que sobreviveu ao longo dos tempos geológicos, sem sofrer mudanças morfológicas significativas, até à actualidade.

Por outras palavras, são formas vivas, representantes, nos tempos actuais, de grupo biológico de grande expansão nos tempos geológicos passados, mas reduzido, hoje, a pequeno número de indivíduos (espécies e géneros).

EXEMPLOS DE FÓSSEIS VIVOS

Fósseis

Latimeria chalumnae, ou celacanto

O peixe que é um verdadeiro 'fóssil vivo', sem mudanças de aspecto externo e dos detalhes anatómicos, habita a Terra desde o período Cretácico, há cerca de 100 milhões de anos.



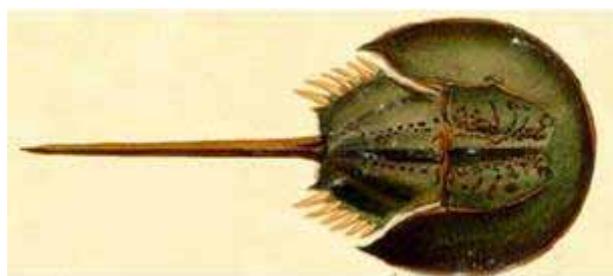
Sphenodon punctatus, ou tuatara

Réptil endémico de algumas ilhas da Nova Zelândia, que sobrevive desde o Jurássico, há mais de 150 milhões de anos.



Limulus pelyphemus

Artrópode marinho, aparentado dos escorpiões marinhos, que actualmente habita a Costa Atlântica dos EUA, existente desde o período Pérmico, há cerca de 250 milhões de anos atrás.



Fósseis

Registo Fotográfico

Lingula

Braquiópode, animal marinho, existente desde o Câmbrio há mais de 500 milhões de anos.



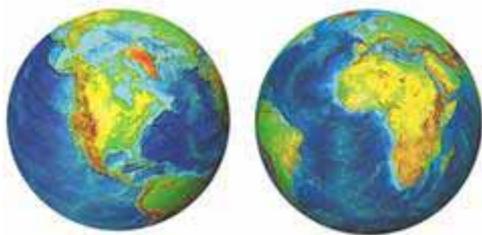
Ginkgo biloba

*É uma das árvores mais antigas que se conhece com registos fósseis datados de mais de 250 milhões de anos atrás. Charles Darwin referiu a **ginkgo biloba** como "fóssil vivo" e ilustrações da época dos dinossauros frequentemente incluem árvores de *ginkgo biloba*.*



Porque é que um fóssil vivo não se extingue?

Pensa-se que existam diversos motivos pelos quais um organismo sobrevive milhões de anos sem sofrer mudanças. Uma das explicações é o simples facto desse organismo se encontrar muito bem adaptado à diversidade de condições do meio que habita. Já outros organismos não evoluem devido à continuidade mais ou menos estável das características do seu habitat. A sobrevivência de alguns fósseis "vivos" também pode dever-se ao facto destes habitarem ambientes isolados, onde não enfrentam a competição com outros organismos potencialmente melhor adaptados a esses ambientes.



A História da Terra

A Terra gira à volta do Sol há cerca de 4600 milhões de anos, e não teve sempre o mesmo aspecto que hoje apresenta.

No decurso da sua longa História, a Terra sofreu grandes modificações, que afectaram a distribuição e os contornos dos seus continentes, o clima, as formas de vida e a extensão e profundidade dos oceanos.

Na realidade a face do nosso planeta tem mudado continuamente ao longo do tempo, os oceanos e atmosfera evoluíram, ergueram-se e erodiram-se montanhas, surgiram e desapareceram mares.

No meio de todas estas transformações a vida surgiu, sobreviveu e evoluiu.

A Idade da Terra

Já alguma vez pensaste que idade terá o planeta onde vives?

Vários estudos e investigação desenvolvidas por muitos cientistas apontam a idade para os 4600 milhões de anos.

Já imaginaste o que é 1 MILHÃO? Mesmo de verdade? Porventura já te disseram 1 milhão de vezes para fazeres os trabalhos de casa? Já experimentaste contar até um milhão? E até cem mil? E até dez mil? Ou mesmo até mil?

Se contares a um ritmo de um número por segundo, levarás cerca de 15 minutos para contares até 1000.

E quanto precisarias para contar 4600 milhões de anos (4600.000.000)! Seriam precisos 69.000.000 minutos ou seja aproximadamente cerca de 131 anos sem qualquer paragem a um ritmo de 1 número por segundo. Uma enormidade!!!

Já alguma vez pensaste na quantidade de coisas que aconteceram na Terra, ao longo deste tempo?

É realmente difícil abstrairmo-nos para imaginar esta escala de tempo, uma vez que os acontecimentos importantes das nossas vidas são medidas em anos ou em unidades ainda menores; a nossa genealogia familiar em séculos, e toda a história humana é registada em séculos ou milénios.

Contudo, a datação radioactiva e a análise e estudo das rochas permitiram obter dados sobre a vida, as alterações geológicas e até mesmo mudanças climáticas do passado. A astrofísica forneceu diversas informações confiáveis a respeito dos estágios evolutivos das estrelas, suas idades, a formação da galáxia e, inclusive, uma boa estimativa do tempo decorrido desde o “Big Bang”, o evento mais remoto. Vimo-nos, assim, confrontados por uma inconcebível perspectiva do tempo, de milhares de milhões de anos, estendendo-se a períodos incrivelmente longos do passado da Terra, e a uma real dificuldade de concebermos a imensidade dos intervalos de tempo que os compreende.

Do “Big Bang” ao último segundo

Dada a dificuldade de compreender os valores temporais que iremos falar, vamos imaginar os 15 mil milhões de anos de vida do Universo comprimidos no espaço de 1 ano. Tudo. Desde a Grande Explosão que deu origem ao Universo e ao próprio tempo, o chamado Big Bang, até ao último instante, este que vives enquanto lê estas palavras.

Como já se disse, o ano é a principal unidade de medida de tempo utilizada pelos humanos. Mas já em termos de história da humanidade necessitamos de unidades maiores, como a década, o século e o milénio. Porém, mesmo os milénios dos quais possuímos registos históricos são precedidos por períodos de tempo excepcionalmente maiores. Milhões de anos se passaram na Terra antes da espécie humana aparecer. Milhares de milhões de anos desde que a primeira estrela do Universo começou a brilhar.

No calendário estão assinalados os principais eventos actualmente conhecidos da história do Universo e da Terra, como por exemplo, a formação da nossa galáxia, a origem do Sistema Solar, o aparecimento dos primeiros organismos vivos na Terra e o despertar do ser humano.

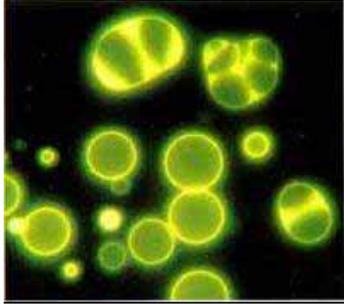
Além disso, devido à extrema compressão do tempo a esta escala, todos os eventos relativos à história humana ficaram comprimidos literalmente nos últimos segundos do dia 31 de Dezembro, sendo muito difícil registá-los integralmente.

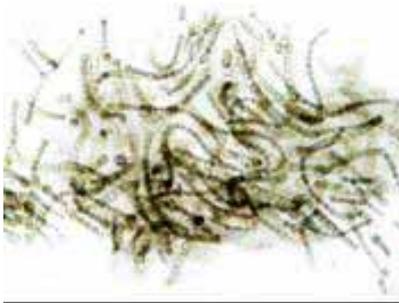
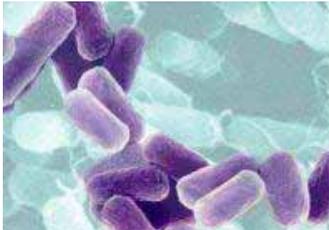
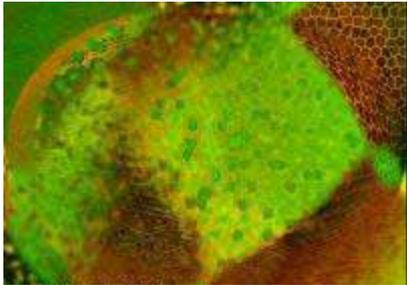
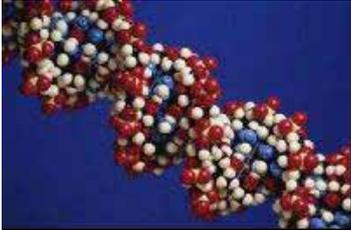
Uma coisa é certa ao analisarmos o calendário ficamos com a perspectiva de que somos muito pequenos perante o Universo, e que ocupamos um instante de tempo insignificante na sua existência. E também que o nosso destino – e o de toda a vida na Terra – dependerá da sensibilidade humana e do seu valioso conhecimento científico.



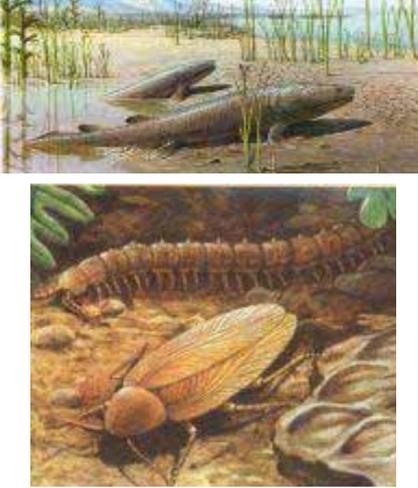
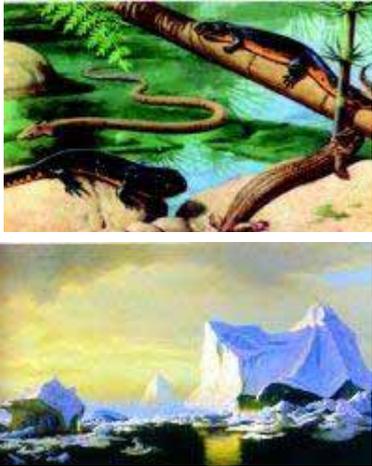
15 mil milhões de anos em doze meses:
é o Calendário Cósmico proposto por Carl Sagan

CALENDÁRIO DA HISTÓRIA DO UNIVERSO E DA TERRA

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>1 Janeiro (15 mil milhões anos)</p>	<p>"Big Bang" A grande explosão que originou o Universo</p> 
<p>1 Maio (10,1 mil milhões anos)</p>	<p>Origem das Galáxias Entre elas a nossa – Via Láctea</p> 
<p>9 Setembro (4900 milhões anos)</p>	<p>Origem do Sistema Solar</p> 
<p>14 Setembro 4600 milhões anos</p>	<p>Formação da Terra</p> 
<p>25 Setembro 3700 milhões anos</p>	<p>Origem da Vida na Terra</p> 

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>9 Outubro</p> <p>3500 milhões anos</p>	<p>Idade dos fósseis mais antigos</p> 
<p>1 Novembro</p> <p>2500 milhões anos</p>	<p>Diferenciação genética e primeiros organismos sexuais</p> 
<p>12 Novembro</p> <p>2100 milhões anos</p>	<p>Fotossíntese</p> 
<p>15 Novembro</p> <p>1900 milhões anos</p>	<p>Aumento da diversidade da Vida</p> 
<p>1 Dezembro</p> <p>1200 milhões anos</p>	<p>Surge o oxigénio na atmosfera</p> 
<p>16 Dezembro</p> <p>658 milhões anos</p>	<p>Primeiros organismos pluricelulares</p> 

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>17 Dezembro</p> <p>616 milhões anos</p>	<p>O Precâmbrico está a terminar</p> 
<p>18 Dezembro</p> <p>542 milhões anos</p>	<p>Início da Era Paleozóica</p> <p>Período Câmbrico</p>  <p>Dá-se a diferenciação da maior parte dos grupos actuais de invertebrados pluricelulares, esponjas, corais e medusas, vermes segmentados, moluscos, artrópodes dotados de um robusto esqueleto externo (exoesqueleto). Surge o primeiro plâcton oceânico. Desenvolvimento das trilobites.</p>
<p>19 Dezembro</p> <p>490 milhões anos</p>	<p>Período Ordovícico</p>  <p>Continua a diversificação da vida. Nos mares surgem os primeiros agnatas (peixes ainda sem mandíbulas) e os primeiros vertebrados. Aparecimento dos primeiros nautilóides. No final deste período um importante episódio de extinção acaba com cerca de 85% das espécies existentes.</p>
<p>20 Dezembro</p> <p>440 milhões anos</p>	<p>Período Silúrico</p>   <p>Aparecem os primeiros peixes com mandíbulas. Aparecem as primeiras plantas vascularizadas que começam a colonização da parte emersa dos continentes.</p>

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>21 Dezembro</p> <p>415 milhões anos</p>	<p>Período Devónico</p> <p>Continua a diversificação da vida, surgem os primeiros amonóides.</p> <p>Dá-se a diferenciação dos primeiros anfíbios com integração de respiração aquática com respiração aérea.</p> <p>Alguns grupos de artrópodes - escorpiões e insectos - conquistam e colonizam o ambiente continental.</p> <p>Este período termina com a extinção de cerca de 80% das espécies vivas existentes.</p> 
<p>23 Dezembro</p> <p>360 milhões anos</p>	<p>Período Carbónico</p> <p>O clima quente e húmido favorece o desenvolvimento de vastas florestas de plantas com esporos – fetos e gimnospérmicas.</p> <p>Surgem os primeiros répteis e há uma grande difusão de insectos que incluem libélulas gigantes.</p> 
<p>24 Dezembro</p> <p>300 milhões anos</p>	<p>Período Pérmico</p> <p>Os animais continuam a colonização dos mares e da terra firme.</p> <p>Surgem os primeiros mamíferos com forte declínio dos anfíbios.</p> <p>Está a finalizar-se a Era Paleozóica com o maior episódio de extinção em massa registado. No final do Pérmico cerca de 96% das espécies de seres vivos desapareceram, entre as quais as trilobites e goniatites.</p> 

25 Dezembro

250
milhões anos

Início da Era Mesozóica

Período Triásico



Todos os continentes estão agora reunidas num único supercontinente – A **Pangeia**.

O clima é muito quente. Aparecem os primeiros dinossauros e continua a evolução dos mamíferos.

Nos mares regista-se uma grande diversificação de peixes e invertebrados.

No final do Triásico dá-se uma grande extinção de cerca de 75% das espécies.

26 Dezembro

200
milhões anos

Período Jurássico

A **Pangea** fractura-se em duas massas continentais, uma a Norte, a Laurásia e outra a Sul, a Gondwana.



As condições ambientais favorecem a diferenciação dos grandes répteis. Os dinossauros dominam todos os nichos ecológicos.



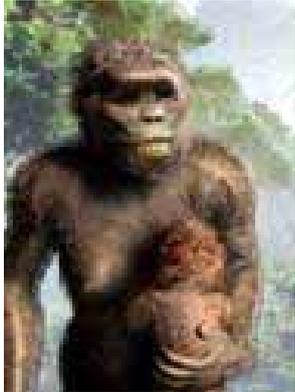
27 Dezembro

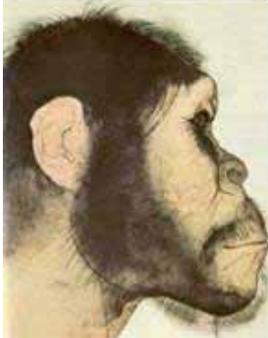
191
milhões anos

Surgem as primeiras aves a partir da diferenciação de alguns géneros de répteis.



DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>28 Dezembro</p> <p>145 milhões anos</p>	<p>Período Cretácico</p> <p>No mundo vegetal dá-se a diferenciação das primeiras plantas com flor – angiospérmicas. Os dinossauros continuam a dominar e a diversificar-se.</p>  <p>No final deste período uma catástrofe, que se julga devida ao impacto de um grande meteorito, levou à extinção em massa de cerca de 75% das espécies existentes, entre elas as de todos os dinossauros, amonites, belemnites e rudistas.</p> <p>Termina a Era Mesozóica.</p>
<p>29 Dezembro</p> <p>65 milhões anos</p>	<p>Início da Era Cenozóica</p> <p>As primitivas massas continentais fracturadas estão agora próximo das actuais posições.</p>   <p>Grande expansão das aves e mamíferos.</p> <p>Surgem os primeiros cetáceos – mamíferos marinhos- e os primeiros primatas</p>
<p>30 Dezembro</p> <p>41 milhões anos</p>	<p>Os mamíferos apropriam-se dos nichos ecológicos deixados pelos dinossauros no Mesozóico e difundem-se em terra firme, nos oceanos e no céu. Desenvolvimento e diversificação de grandes mamíferos. Nas pradarias passeiam enormes herbívoros, presas de ferozes predadores, como os tigres dente de sabre.</p> 

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>30 Dezembro</p> <p>16 milhões anos</p>	<p>Surgem os primeiros hominídeos, com o princípio da evolução dos lobos frontais nos cérebros dos primatas. Habitam as florestas húmidas da Europa, África e Ásia. Têm caixa craniana pequena mas maxilas muito desenvolvidas, com forte dentadura adaptada a uma alimentação essencialmente vegetariana.</p> <p>Com a alteração do clima, as savanas substituem as vastas florestas existentes, o que determina o início da divisão dos primatas entre as formas arborícolas das florestas e as formas adaptadas ao ambiente de savana.</p> 
<p>31 Dezembro</p> <p>HORAS:</p>	<p>Fim do Período Pliocénico</p> <p>Início do Período Quaternário</p>
<p>20:15:00</p> <p>7 milhões anos</p>	<p>Início da linha evolutiva do Homem</p> <p>Os primeiros hominídeos</p>
<p>21:30:00</p> <p>4 milhões anos</p>	<p>Primeiro estágio da evolução humana - Australopithecus</p>  <p>Provavelmente vegetarianos e imperfeitamente bípedes, com uma ligeira testa e estatura baixa, entre 1 e 1,5m. Habitavam as matas e florestas do continente africano. Utensílios de pedra e osso.</p>

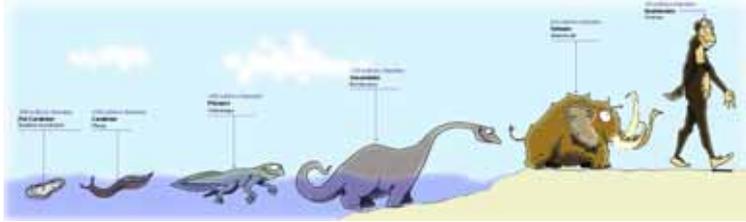
DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>22:44:55</p> <p>2,5 milhões anos</p>	<p>Segundo estágio da evolução humana – O género Homo.</p> <p><i>Homo habilis</i></p> <p>Omnívoros. Completamente bípedes e com uma testa alta. Utensílios de pedra mais elaborados. Fósseis encontrados exclusivamente no continente africano.</p> 
<p>22:59:56</p> <p>1,7 milhões anos</p>	<p><i>Surge o Homo Erectus</i></p> <p>Tinham aproximadamente 1 m de altura e caminhavam completamente erectos. O Homo erectus fabricava ferramentas elaboradas, descobriu o fogo e iniciou a caça grossa de animais selvagens, tendo começado a fixar-se em diversos locais. Foram encontrados vestígios fósseis em todos os continentes, embora os mais antigos tenham sido encontrados em África.</p>
<p>23:52:30</p> <p>450.000 anos</p>	<p><i>Surge o Homo Sapiens</i></p> <p>Dotado de raciocínio, e com as primeiras manifestações de arte. Inicia os rituais funerários. Habita todos os continentes</p> 
<p>23:56:15</p> <p>100.000 anos</p>	<p><i>Homem de Neanderthal</i></p> <p>Viveu na Europa e no Médio Oriente. Pratica o culto da morte. Extinguiu-se sem deixar descendência.</p> 

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS	
<p>23:58:53</p> <p>30.000 anos</p>	<p><i>Homo Sapiens Sapiens</i></p> <p>Única espécie humana actualmente existente. Vive em todos os continentes onde se vem diversificando. É hábil na fabricação de utensílios que utiliza para pescar, caçar e defender-se. Vestígios de arte rupestre deixados por toda a Europa.</p>	
<p>23:59:32</p> <p>12.500 anos</p>	<p>Idade Neolítica</p>  <p>Dá-se a grande extinção dos mamutes.</p>	<p>No médio Oriente grupos humanos praticam a pastorícia e a agricultura e iniciam a domesticação de animais. Tornam-se definitivamente sedentários e habitam em cabanas.</p>
<p>23:59:49</p> <p>5.000 anos</p>	<p>Idade do Bronze</p> <p>Construção das grandes pirâmides do Egipto. Início do processo de fabrico em bronze. Segundo a civilização chinesa o céu era redondo e a terra quadrada.</p>	
<p>23:59:53</p> <p>3.000 anos</p>	<p>Idade do Ferro</p> <p>Início da idade do ferro na Europa.</p> 	

DIA / TEMPO	ACONTECIMENTOS
<p>23:59: 56</p> <p>2.000 anos</p>	<p>Nascimento de Cristo</p>  <p>Os Romanos conquistam a Alemanha e Grã-Bretanha. Pompeia e Herculano são destruídas por erupção vulcânica do Vesúvio.</p>
<p>23:59:59</p> <p>500 anos</p>	<p>Idade do Renascimento</p>  <p>Copérnico formula a teoria do universo heliocêntrico.</p>  <p>Época dos descobrimentos. Aparecimento do método experimental na ciência.</p>
<p>23:59:59:9</p> <p>Actualidade</p>	<p>Hoje, Nós, Homem Actual</p>   <p>Desenvolvimento generalizado da ciência e tecnologia. Aparecimento de uma cultura global Primeiros passos na exploração interplanetária e busca de inteligência extra-terrestre.</p>

Segundo este calendário, escrito por Carl Sagan, a modernidade, surge no último segundo, do último minuto, da última hora, do último dia do calendário.

Toda a história conhecida ocupa os últimos 10 segundos do dia 31 de Dezembro, o que exemplifica bem a insignificância do instante que ocupamos à escala do tempo geológico.



Tempo Geológico

A Escala do Tempo Geológico

A escala do tempo geológico é a linha do tempo desde o presente até à idade da formação da Terra, que como vimos é 4600 milhões de anos. Esta escala está dividida em Éons, Eras, Períodos, Épocas e as idades que lhes correspondem baseiam-se nos grandes eventos geológicos e mudanças na biodiversidade ocorridos ao longo deste tempo.

Como se divide a Coluna do Tempo

A coluna do Tempo Geológico está dividida em quatro Éons, sendo, do mais antigo para o mais recente, o Hadaico, o Arcaico, o Proterozóico e o Fanerozóico.

Pré-Câmbrico

É o termo que se usa para designar o conjunto dos três primeiros Éons e vai desde os 4600 milhões de anos até aos 542 milhões de anos. Apesar de corresponder a *oito nonos* da vida da Terra, sabe-se pouco do que ocorreu naquele Éon, já que as modificações a que a crosta terrestre foi submetida posteriormente dificultam a interpretação dos seus vestígios.

Fanerozóico

Palavra do Grego: (phaneros)=visível e (oikos)=vida, é o mais recente Éon, iniciou-se há cerca de 542 milhões de anos e estende-se até ao presente. Caracterizado pela grande explosão e diversidade de vida na Terra.

Está dividido nas seguintes Eras: Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico, respectivamente da mais antiga para a mais recente.

Coluna Simplificada

Em anexo apresenta-se uma coluna simplificada do tempo geológico com alguns fósseis que se encontram em cada Período Geológico.

Caracterização das Principais Eras Geológicas

Paleozóico—542 a 245 milhões de anos — VIDA ANTIGA

O Paleozóico corresponde praticamente a metade do Éon Fanerozóico, com aproximadamente 300 milhões de anos de duração. Está dividido em seis Períodos Geológicos distintos, sendo do mais antigo para o mais recente, o Câmbrico, o Ordovícico, o Silúrico, o Devónico, o Carbónico e o Pérmico.

Cada Período tem características diferentes dos restantes. O clima foi mudando ao longo do tempo, por vezes mais quente, outras vezes mais frio. Os continentes moveram-se para lugares diferentes na Terra, favorecendo grupos diferentes de animais em alturas diferentes. Os animais que conseguiram adaptar-se às novas condições tornaram-se mais bem sucedidos e expandiram-se.

Dos Períodos Câmbrico ao Pérmico

O Período Câmbrico marca um importante episódio na história da vida na terra, conhecido como a “explosão do Câmbrico” uma vez que a maioria dos principais grupos dos seres vivos começa a aparecer no registo fóssil. Num relativo curto espaço de tempo apareceu, pela primeira vez, uma enorme diversidade de formas de vida.

No Câmbrico os mares foram dominados por trilobites, por braquiópodes, por moluscos, por pequenos organismos com concha e por esponjas.

No final do Ordovícico a vida já não estava confinada aos mares. As plantas iniciaram a colonização dos continentes, seguidas por alguns grupos de animais invertebrados no Silúrico, e por vertebrados no final do Devónico.

No final do Devónico, florestas de plantas vasculares (que produzem madeira) dominaram a paisagem continental.

Surgiram os animais anfíbios que viviam quer na água quer em terra.

No Carbónico apareceram os primeiros répteis. Tinham a pele grossa com escamas e não dependiam da água para se reproduzirem, como acontecia com os anfíbios para a postura dos seus ovos. Na paisagem encontravam-se florestas de coníferas primitivas e fetos.

Os mares eram dominados por equinodermes, braquiópodes articulados, graptólitos e corais.

No final do Período Pérmico ocorreu uma extinção em massa por todo o planeta, a maior da história da vida na Terra, que extinguiu aproximadamente 90% de todas as espécies animais marinhas. As espécies que sobreviveram reduziram muito o número de indivíduos. Nos mares sobreviveram alguns braquiópodes e crinóides que nunca mais dominaram o ambiente marinho.



Vida marinha no Câmbrico



Vida terrestre no Carbónico

O que deves reter do Paleozóico

A Era Paleozóica compreende seis Períodos durante os quais ocorreram importantes eventos da história da Terra:

- ⇒ O aparecimento explosivo de novas formas de vida no registo fóssil, sobretudo de formas de vida marinhas. Desenvolvimento de todos os grupos de animais invertebrados;
- ⇒ A aquisição da capacidade de biomineralização de muitos dos grupos de seres vivos.
- ⇒ Os seres vivos conquistam os ambientes continentais;
- ⇒ A evolução dos peixes, anfíbios, répteis, insectos e das plantas vasculares;
- ⇒ O fim da Era é marcado por uma grande extinção em massa da maior parte dos organismos então existentes;
- ⇒ A formação do supercontinente *Pangea* no final do Paleozóico;

Mesozóico—245 a 65 milhões de anos — VIDA MÉDIA

A palavra Mesozóico significa “vida média”. O Mesozóico também é conhecido como a **Era dos Répteis**. Durou cerca de 180 milhões de anos e está dividida em três Períodos que, do mais antigo para o mais recente, são: o Triásico, o Jurássico e o Cretácico.

Está enquadrada no início e no seu final, por duas grandes crises no mundo vivo. A crise que marca o seu início corresponde à grande extinção em massa do final do Pérmico, no Paleozóico, e a que marca o seu final corresponde também a um grande episódio de extinção em massa, no Cretácico, com o desaparecimento de perto de 75% de todas as espécies de seres vivos, incluindo os dinossauros, répteis marinhos e voadores e as amonites.

Do Período Triásico ao Período Cretácico

No início desta Era, no Triásico, toda a superfície terrestre concentrada num único continente chamado **Pangea** começou a fragmentar-se. No Jurássico este super-continente já está dividido em dois continentes: a Laurásia, no Hemisfério Norte, e o Gondwana, no hemisfério Sul. No Cretácico continuou a fragmentação que deu origem aos continentes tal como os conhecemos hoje e à abertura de novos oceanos. Estes continentes moviam-se na direcção da sua actual posição.

O facto de existir apenas um super-continente afectou o clima da terra, que era mais quente e mais seco. Os pântanos do Paleozóico secaram. A temperatura dos oceanos era mais elevada que a dos mares temperados actuais. Estas condições foram favoráveis à formação de plataformas carbonatadas e de estruturas bioconstruídas como as barreiras de recifes de corais.

O clima mais seco favoreceu os répteis. Muitos dos anfíbios, que dependiam de ambientes húmidos e da água, desapareceram.

Os peixes e os répteis, como o ichthyosaurus, dominavam os mares e oceanos. Em terra proliferam insectos, répteis com carapaça e surgem pela primeira vez os mamíferos de pequena dimensão.

Os pterodontes aventuram-se nos céus do Jurássico, sendo os primeiros animais com capacidade de voar.

Proliferam as florestas de coníferas (pinheiros), de ginkgo biloba e de cicadáceas, ou seja de plantas vasculares com semente. As plantas com flor têm um maior desenvolvimento durante o Cretácico.

Os maiores predadores, no Mesozóico, eram os dinossauros no ambiente continental e os répteis marinhos, nos oceanos. Também foi o tempo de alguns grupos de cefalópodes, as amonites e belemnites, que habitavam ambientes marinhos profundos e de braquiópodes, rudistas e equinóides, que habitavam os ambientes marinhos pouco profundos.

Há cerca de 65 milhões de anos, uma extinção em massa, marcou o fim desta Era. Ninguém sabe ao certo o que se terá passado. Muitos cientistas pensam que foi causada pelo impacto de um grande meteorito. O que quer que tenha sido, provocou a extinção de muitos animais e vegetais, marcando um novo ciclo da evolução da vida, como iremos ver.

O que deves reter do Mesozóico

A Era Mesozóica compreende três Períodos durante os quais ocorreram importantes eventos da história da Terra:

- ⇒ Grande desenvolvimento do grupo dos répteis incluindo os dinossauros, pelo que é conhecida por Era dos Répteis, que dominam tanto o ambiente marinho como o continental;
- ⇒ Surgem os primeiros mamíferos de pequena dimensão e as aves;
- ⇒ Surgem as plantas com flor;
- ⇒ Nos ambientes marinhos profundos proliferam os cefalópodes como as amonites e belemnites;
- ⇒ Criam-se grandes estruturas recifais de rudistas e coraliários;
- ⇒ O fim da Era é marcado por uma grande extinção em massa da vida que vitimou cerca de 75% das espécies vivas e extinguiu grandes grupos de animais como os dinossauros e as amonites;
- ⇒ Inicia-se a fragmentação do supercontinente *Pangea* e dá-se a abertura do Oceano Atlântico.

Cenozóico—65 milhões de anos à actualidade — VIDA RECENTE

O **Cenozóico** é a última Era do Éon Fanerozóico, tendo-se iniciado há cerca de 65 milhões de anos após a extinção em massa do Cretácico.

A palavra Cenozóico significa “vida recente”. É também conhecida como a **Era dos Mamíferos** e é a Era Geológica na qual nos encontramos actualmente.

Foi dividida em dois períodos geológicos: o Período Terciário e o Período Quaternário.

Período Terciário

O Período Terciário, o mais antigo desta Era, durou dos 65 milhões de anos até aos 1,8 milhões de anos.

Os continentes continuaram a fragmentarem-se e a moverem-se até à posição geográfica actual na superfície terrestre. Formaram-se os grandes maciços montanhosos do mundo, como os Andes, os Piri-néus, os Alpes e os Himalaias.

A terra era quente, chovia muito e estava coberta por uma densa floresta.

Os dinossauros, os répteis e muitas plantas que dominaram durante o Mesozóico e que se extinguíram no final do Cretácico, foram rapidamente substituídos por novas formas de vida que se desenvolveram no Cenozóico e pela evolução dos mamíferos, dos pássaros e das plantas com flor. Nos oceanos os répteis foram substituídos pelos mamíferos cetáceos, como os golfinhos e as baleias.

Os morcegos, macacos, veados, zebras, cavalos, rinocerontes e muitos outros mamíferos actuais desenvolveram-se nesta altura.

No final do Terciário o clima ficou mais frio. A neve cobriu as montanhas e começaram-se a formar os glaciares. Os Pólos acumularam muito gelo. Ficou tanta água retida que o nível da água do mar desceu. Começou uma idade do gelo no planeta!

Período Quaternário

Esta glaciação marcou o começo do Período Quaternário há aproximadamente 1,8 milhões de anos.

Para sobreviverem ao frio alguns animais, como por exemplo os mamutes, os mastodontes, os rinocerontes, os bisontes e as renas possuíam uma espessa e longa pelagem de protecção.

Este Período marca um dos mais importantes acontecimentos da História da Terra: o aparecimento dos primeiros homínídeos de cuja linhagem evolutiva resultou o Homem. O mais espantoso ser vivo que a Terra conheceu, desenvolveu capacidades que lhes permitiu sobreviver e dominar sobre todos os outros assim como adaptar-se e colonizar quase todas as regiões do planeta.

Como percebeste o Homem surgiu há muito pouco tempo na Terra, para trás temos uma longa história evolutiva da vida com episódios geológicos catastróficos de maior ou menor extensão e dimensão.

O que deves reter do Cenozóico

A Era Cenozóica compreende dois Períodos durante os quais ocorreram importantes eventos da história da Terra:

- ⇒ O Cenozóico inicia-se após a grande extinção do final do Mesozóico, onde desapareceram os dinossauros e as amonites e muito outros grupos animais;
- ⇒ Grande desenvolvimento do grupo dos mamíferos, pelo que é conhecida por Era dos Mamíferos, que dominam o ambiente continental;
- ⇒ Surgem mamíferos de grandes dimensões, como os mastodontes e os mamutes;
- ⇒ O Período Quaternário inicia-se com uma grande glaciação que afectou todos os ambientes terrestres, dá-se a extinção dos grandes mamíferos e outros grupos animais que não se adaptaram às alterações climáticas;
- ⇒ Na escala geológica é a Era na qual nos encontramos actualmente, no Período Quaternário;
- ⇒ Surgem os primeiros homínídeos cuja cadeia evolutiva originou o Homem Moderno.

Bibliografia e Fontes de Informação

- ⇒ Os dragões do Éden, Carl Sagan, Círculo de Leitores, 1986;
- ⇒ Breve História de Quase Tudo, Bill Bryson, Quetzal Editores, 2005;
- ⇒ O Grande Livro da Terra, Martin Redfern, Edições ASA, 2006;
- ⇒ Atlas do Mundo Pré-Histórico, Douglas Palmer, Editorial Estampa, 2000;
- ⇒ Atlas Básico de Fósseis e Minerais, tradução, adaptação e revisão científica de Mário Cachão, Plátano Editora, 2004;
- ⇒ Fósseis—Enciclopédia Visual, Paul Taylor, Editorial Verbo, 1993;
- ⇒ Como Funciona a Terra, John Farndon , Selecções do Reader's Digest, 2002;
- ⇒ IV Curso de Extensão Universitária de Ciências Geológicas, organizado pelo Prof. Carlos Teixeira, , 1978;
- ⇒ Paleontologia—sistemática adoptada, Mário Cachão e Carlos Marques da Silva, Faculdade de Ciências de Lisboa, ano lectivo 2004/2005;
- ⇒ Paleontologia—curso teórico, Mário Cachão, Faculdade de Ciências de Lisboa, ano lectivo 2004/2005;
- ⇒ Apontamentos de Estratigrafia e Geoistória, Departamento de Geologia FCL, Miguel Magalhães Ramalho;
- ⇒ http://www.fossils-facts-and-finds.com/activities_for_kids.html
- ⇒ <http://www.palaeos.com/Paleozoic/Cambrian/Cambrian.htm>
- ⇒ <http://fossil.uc.pt/>
- ⇒ <http://e-geo.ineti.pt/bds/geobases/paleontologia/pesquisas.aspx>
- ⇒ <http://correio.fc.ul.pt/~cmsilva/Paleotem/fossil.htm>
- ⇒ <http://fossilport.planetaclix.pt/main-en.htm>
- ⇒ <http://www.geopor.pt/gne/ptgeol/fosseis/fosseis.html>