

AS EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

Na evolução biológica, todas as espécies têm uma origem comum e podem mudar ao longo do tempo. Entretanto, como se pode demonstrar que as espécies mudam ao longo do tempo e que as espécies modernas tiveram um ancestral em comum?



1. Provas Paleontológicas

A paleontologia, ciência que estuda os fósseis, nos fornece um amplo material indicativo da evolução das espécies. Os fósseis (do latim, *fossilis*, tirados da terra), constituem a mais forte evidência de que nosso planeta já foi habitado por seres diferentes dos que existem atualmente e podem fornecer indícios de parentesco evolutivo com as espécies atuais.



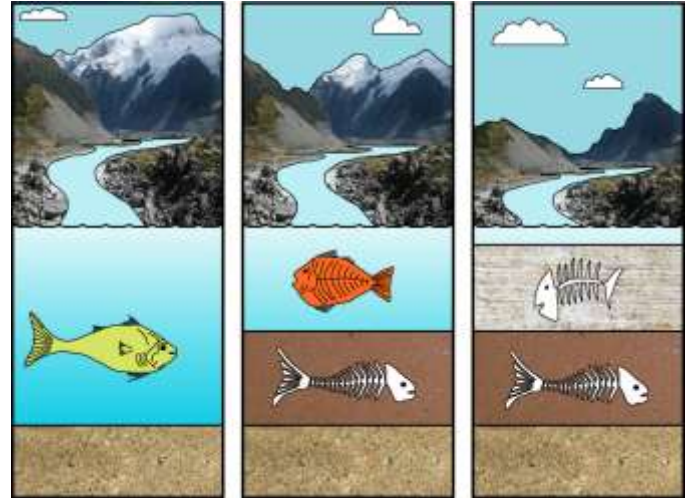
O que são Fósseis?

São restos (**somatofósseis**) ou vestígios de atividade biológica (**icnofósseis**) de épocas passadas e que, de alguma forma, se conservaram até os dias de hoje.



Como se formam?

Por meio de um processo denominado fossilização, que possui a seguinte condição: O organismo morto não sofra imediata decomposição ou putrefação.



Algumas Formas de Fossilização:

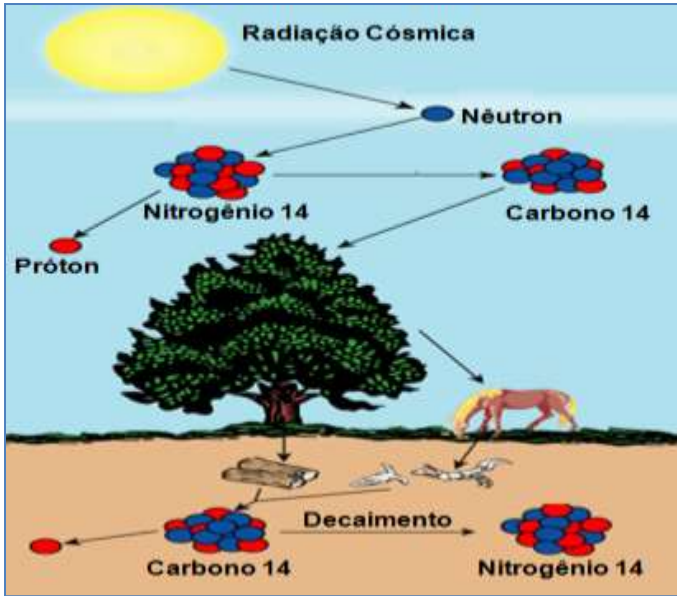
- Mumificação ou Conservação:** ocorre quando o ser vivo fica aprisionado em âmbar ou em gelo.
- Mineralização:** ocorre quando substâncias minerais são depositadas em cavidades de ossos ou troncos.
- Marcas:** vestígios deixados pelos seres vivos. Ex.: pegadas e ovos de animais.

IMPORTANTE!

Na maioria das vezes os seres vivos, após a morte, são totalmente decompostos e não sofrem fossilização.

Datação Radioativa dos Fósseis

Se um fóssil ainda apresenta substâncias orgânicas em sua constituição, sua idade pode ser calculada com razoável precisão pelo método do carbono-14. O **carbono-14** (^{14}C) é um isótopo radioativo do carbono (^{12}C). Os cientistas determinaram que a meia vida do carbono-14 é de 5.730 anos.

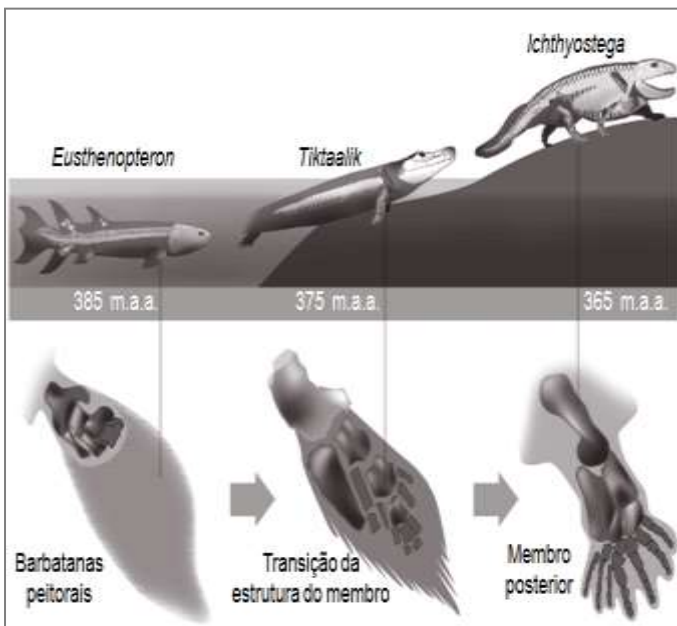


CURIOSIDADE!

Para datar fósseis mais antigos, utilizam-se isótopos com **Urânio-235 (^{235}U)**, cuja meia-vida é de 704 milhões de anos, e **Potássio-40**, que tem meia vida de 1,3 bilhão de anos.

A Conquista do Ambiente Terrestre

O registro fóssil é uma fonte importante para cientistas na investigação da história evolucionária dos organismos.



Na transição do ambiente aquático e terrestre, entre as plantas, podemos destacar as **Briófitas (musgos)** que se separam dos outros grupos, em razão da ausência de um sistema condutor de água. Entre os

vertebrados podemos destacar os **Anfíbios**, pois assim como as briófitas, dependem da água para a fecundação e vivem em locais úmidos. Estes não possuem bolsa amniótica, excretam amônia (amoniotéticos) e o seu ciclo de vida pode ser dividido em duas fases: uma aquática (alevino) e outra terrestre.

Na colonização definitiva do ambiente terrestre, entre os vertebrados, os primeiros foram os **Répteis**. Estes apresentam adaptações favoráveis como:

- Corpo altamente queratinizado, recoberto por escamas ou por placas córneas;
- Excreção de uréia (ureotéticos) ou ácido úrico (uricotéticos);
- Fecundação interna;
- Independência da água para fecundação;
- Ovos com casca grossa que impede o dessecamento do embrião;
- Bolsa amniótica.

Na colonização definitiva do ambiente terrestre, entre as plantas, as primeiras foram as **Gimnospermas**. Estas apresentam adaptações favoráveis como:

- Independência da água para fecundação;
- Tubo polínico (sifonógamas);
- Semente (espermatófitas) que impede o dessecamento do embrião e maior dispersão.

Provas Bioquímicas

Quanto mais próximos sob o ponto de vista evolutivo forem os seres vivos, maior será a semelhança existente entre as suas substâncias químicas e vias metabólicas. As semelhanças bioquímicas são ótimas evidências evolutivas.

a) Análise de Proteínas

As proteínas podem refletir as semelhanças e diferenças genéticas entre diferentes espécies.



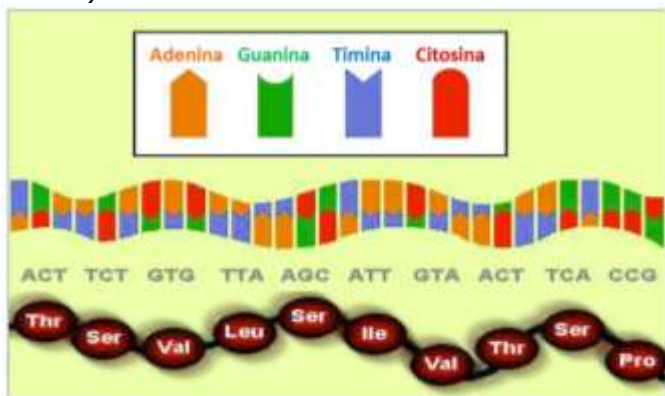
b) A universalidade da Estrutura do DNA

A Composição química das bases nitrogenadas que compõem moléculas de DNA é a mesma em todos os seres vivos.

Exemplos de materiais analisados	BASES NITROGENADAS			
	ADENINA	GUANINA	CITOSINA	TIMINA
Espermatozóide humano	30,7%	19,3%	18,8%	31,2%
Fígado humano	30,4%	19,5%	19,9%	30,2%
Medula óssea de rato	28,6%	21,4%	21,5%	28,5%
Espermatozóide de ouriço-do-mar	32,8%	17,7%	18,4%	32,1%
Plântulas de trigo	27,9%	21,8%	22,7%	27,6%
Bactéria <i>E. coli</i>	26,1%	24,8%	23,9%	25,1%

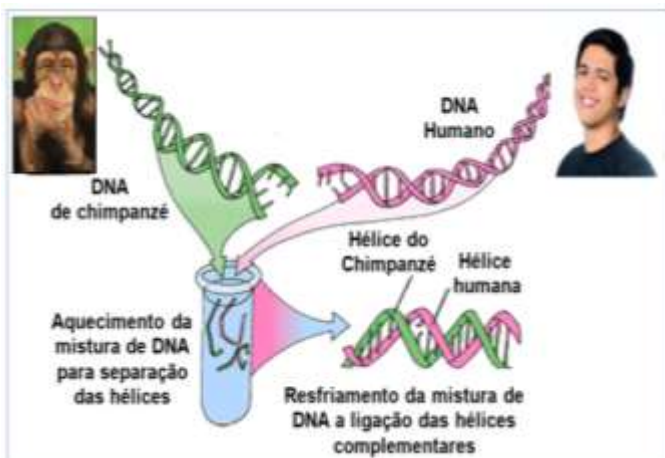
c) A universalidade do Código Genético

O Código genético corresponde a um conjunto de regras bioquímicas que define como a informação contida no DNA é traduzida para a que está contida nas proteínas. Não se pode confundir código genético com genoma. Exceção: DNA mitocondrial (UGA-codifica triptofano, AUA-metionina e AGA/AGG-códons de término).

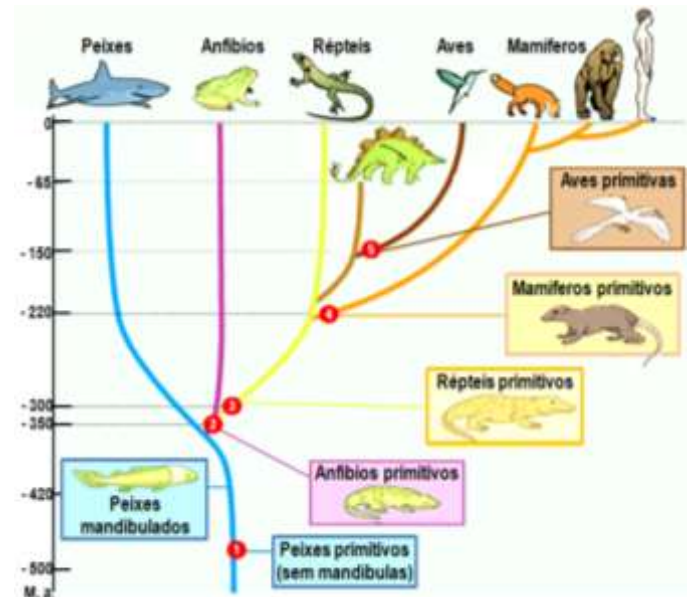


d) Semelhanças entre Moléculas de DNA

A comparação entre moléculas de DNA de diferentes espécies tem revelado o grau de semelhança de seus genes, o que mostra o parentesco evolutivo.



A Filogenia nasceu com o objetivo de implementar os conceitos de ancestralidade comum e descendência dentro de um contexto evolutivo, descritos por Darwin. É baseada em estudos morfológicos, comportamentais e moleculares.



- **Cladograma:** representa o padrão das relações entre os grupos da árvore. O tamanho dos ramos não representa necessariamente a distância genética entre eles.
- **Filograma:** é proporcional à distância genética ou quantidade de alterações.
- **Cronograma:** representa apenas o tempo.

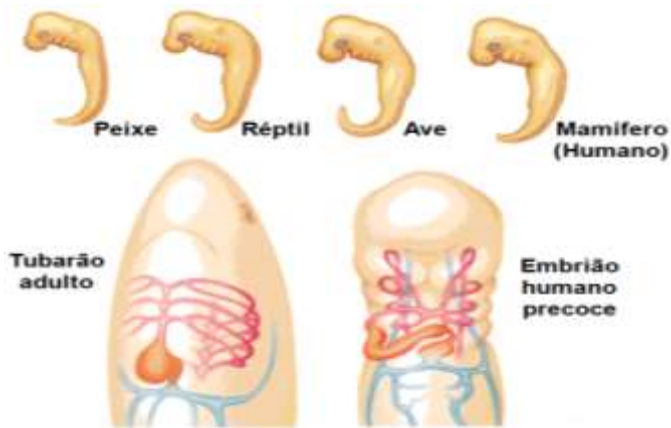
Estado de Caráter

- **Caráter Plesiomórfico:** características já existentes ou primitivas.
- **Caráter Apomórfico:** aparecimento de uma novidade evolutiva.

Provas Embrionológicas

O estudo da embriologia também é de grande importância no que se refere às provas evolutivas. Animais de espécies diferentes são muitas vezes embriologicamente semelhantes, sendo essa semelhança acentuadamente observável quanto mais inicial a fase do desenvolvimento embrionário.

Um pouco de Filogenia



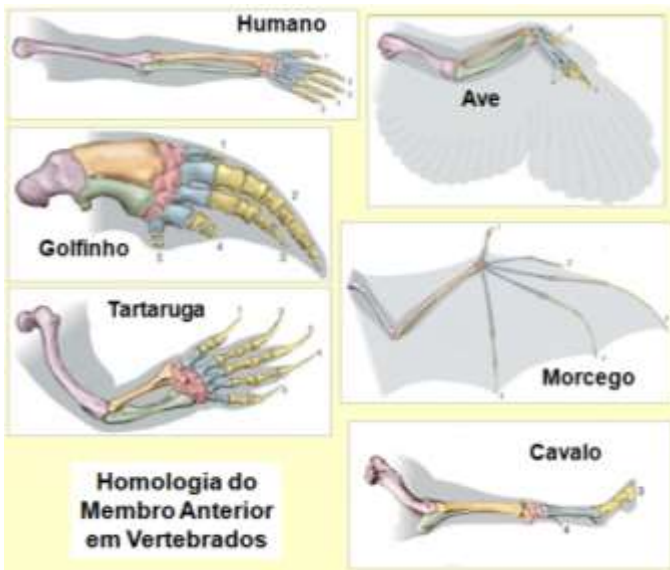
Lei da Biogenética Fundamental (Ernest Haeckel): **"A ontogênese recapitula a Filogênese"**. Durante seus estágios embrionários (ontogênese) os animais repetem os estágios adultos dos seus ancestrais (filogênese).

4. Provas Anatômicas

Um dos argumentos usados para defender o evolucionismo é o da Anatomia Comparada.

a) Homologia

Uma homologia é um caráter compartilhado por duas ou mais espécies que estava presente no ancestral comum a elas. As estruturas anatômicas homólogas possuem origem embrionária semelhante e podem desempenhar ou não as mesmas funções. É uma prova de ancestralidade comum. Ex.: membros anteriores de grande parte dos vertebrados (mesma estrutura óssea).



CUIDADO!

O termo homologia é utilizado na biologia molecular para descrever, simplesmente, similaridade. Esse uso é reprovado por muitos biólogos evolucionistas. Ex.: Homologia do código genético.

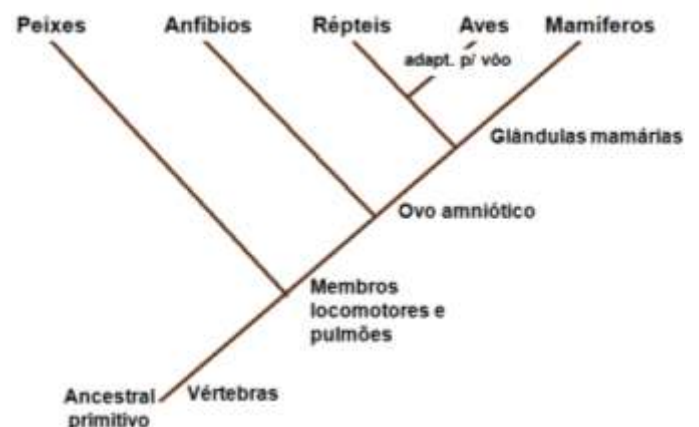
Exemplo de Analogia

As estruturas anatômicas análogas são aquelas que desempenham a Mesma Função, mas possuem origens diferentes. Em grupos diferentes, a mesma função foi resultado de adaptações independentes ao meio e não de ancestralidade comum, isto é, resultado de evolução convergente. Ex.: Asa de uma Ave (pena) e Asa de um Inseto (quitina).



Evolução Divergente

De um único ancestral primitivo desenvolvem-se vários grupos com linhas evolutivas divergentes.



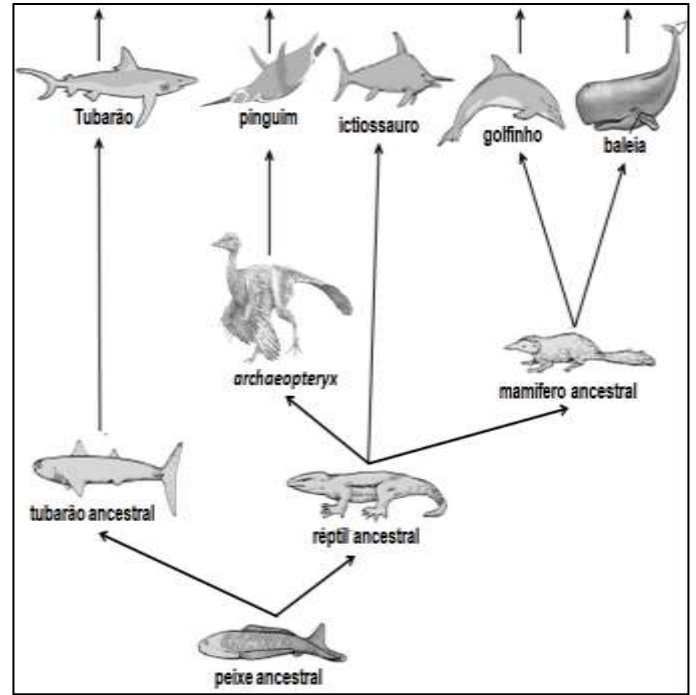
A linha evolutiva de um grupo pode divergir ainda mais, o que chamamos de **irradiação adaptativa**. Essa irradiação resulta de uma adaptação dos seres a diferentes ambientes ou nichos ecológicos, tal como aconteceu com os Mamíferos.



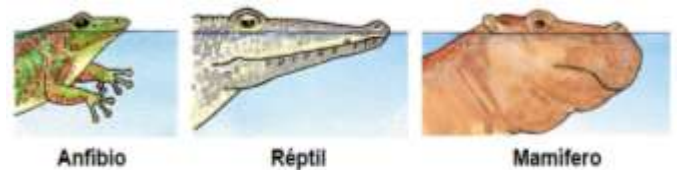
Evolução Convergente

Durante a evolução, adaptação pode levar organismos pouco aparentados a desenvolver estruturas e formas corporais semelhantes, mas que surgem independentemente pela adaptação ao meio.

Um exemplo clássico de convergência evolutiva é a relação: tubarão (peixe), pinguim (ave), ictiossauro (réptil extinto) e golfinho (mamífero), todos adaptados ao modo de vida aquática (forma corporal hidrodinâmica), porém, são pouco aparentados. Esses animais apresentam classes diferentes, porém, os termos utilizados acima não são taxonômicos.



Alguns animais não possuem a forma corporal semelhante, mas têm **comportamentos funcionalmente parecidos**, porque vivem no mesmo *habitat*. A adaptação comportamental surgiu de maneira independente.



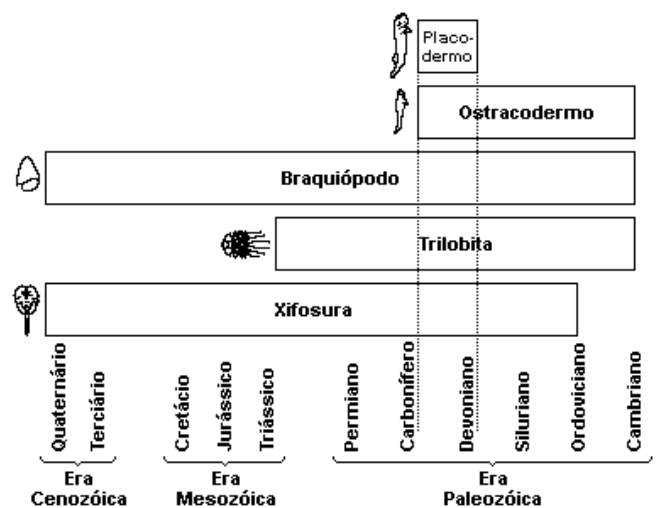
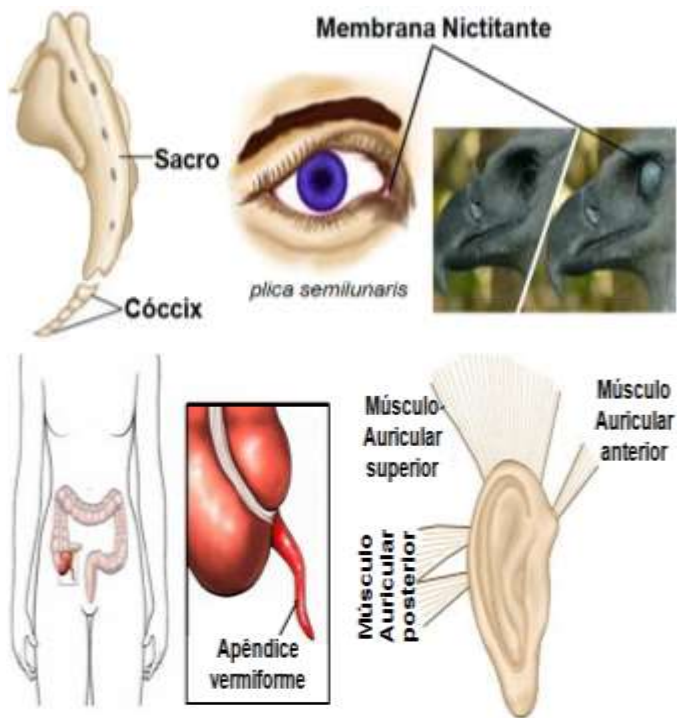
Estruturas Homólogas e Convergência



O membro anterior dos morcegos e das aves são estruturas homólogas (origem embrionária semelhante). Entretanto, a adaptação ao voo evoluiu independentemente nos mamíferos e nas aves (Convergência evolutiva).

b) Estruturas Vestigiais

São estruturas atrofiadas, sem função evidente no organismo, mas que podem ser utilizadas como provas de parentesco.



01. (ENEM) Fenômenos biológicos podem ocorrer em diferentes escalas de tempo. Assinale a opção que ordena exemplos de fenômenos biológicos, do mais lento para o mais rápido.

- germinação de uma semente, crescimento de uma árvore, fossilização de uma samambaia
- fossilização de uma samambaia, crescimento de uma árvore, germinação de uma semente
- crescimento de uma árvore, germinação de uma semente, fossilização de uma samambaia
- fossilização de uma samambaia, germinação de uma semente, crescimento de uma árvore
- germinação de uma semente, fossilização de uma samambaia, crescimento de uma árvore

02. (ENEM) Uma expedição de paleontólogos descobre em um determinado extrato geológico marinho uma nova espécie de animal fossilizado. No mesmo extrato, foram encontrados artrópodes xifosuras e trilobitas, braquiópodos e peixes ostracodermos e placodermos. O esquema a seguir representa os períodos geológicos em que esses grupos viveram.

Observando esse esquema os paleontólogos concluíram que o período geológico em que haviam encontrado essa nova espécie era o Devoniano, tendo ela uma idade estimada entre 405 milhões e 345 milhões de anos.

Destes cinco grupos de animais que estavam associados à nova espécie, aquele que foi determinante para a definição do período geológico em que ela foi encontrada é

- xifosura, grupo muito antigo, associado a outros animais.
- trilobita, grupo típico da era Paleozoica.
- braquiópodo, grupo de maior distribuição geológica.
- ostracodermo, grupo de peixes que só aparece até o Devoniano.
- placodermo, grupo que só existiu no Devoniano.

03. (UFRS) Em relação à colonização do ambiente terrestre, é possível traçar um paralelo entre um certo grupo de plantas e um certo grupo de vertebrados, ambos com representantes atuais. Esses dois grupos desenvolveram, pela primeira vez, estratégias que possibilitaram a sua independência do meio aquático para a reprodução.

A que grupos o texto se refere?

- Às gimnospermas e aos répteis.
- Às angiospermas e aos anfíbios.
- Às pteridófitas e aos mamíferos.
- Às gimnospermas e aos anfíbios.
- Às angiospermas e aos répteis.

04. (UFRS) No ano 2000, pesquisadores da Universidade da Carolina do Norte (EUA) divulgaram, pela primeira vez, a descoberta de um coração fossilizado, com quatro cavidades, pertencente a um dinossauro, "Willo", que viveu há 66 milhões de anos. Isso reforça a hipótese filogenética de que, dos grupos citados nas alternativas,

os mais estreitamente relacionados com os dinossauros são

- a) os lagartos e os crocodilos.
- b) os anfíbios e as aves.
- c) os crocodilos e as aves.
- d) as tartarugas e os mamíferos.
- e) os lagartos e os mamíferos.

05. (UFPA) A colonização do ambiente terrestre pelas plantas constituiu-se como um dos eventos evolutivos mais significativos na história da vida na Terra. Somente após a colonização pelas plantas, os animais puderam seguir o mesmo caminho. Os primeiros animais a conquistar o ambiente terrestre foram os

- a) anfíbios.
- b) répteis.
- c) artrópodes.
- d) dinossauros.
- e) peixes.

06. (ENEM/2012) Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos.

Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- a) desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- b) reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- c) causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- d) resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- e) evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

AULA 0			
01	B	06	B
02	E	07	
03	A	08	
04	C	09	
05	C	10	