

Evolução

5 O registro da evolução



Descobrimdo o passado

Falar sobre evolução é falar sobre a história da vida em nosso planeta, como essa vida surgiu (o que vimos na semana 2), se desenvolveu e mudou ao longo do tempo. Na semana 3 vimos um mecanismo importante atuante na evolução das espécies, a seleção natural. E na semana 4 vimos algumas evidências que corroboram e dão grande suporte para a história da vida que a evolução conta.

Na presente semana vamos falar sobre o passado geológico e como é possível descobrir pistas sobre esse tal passado.

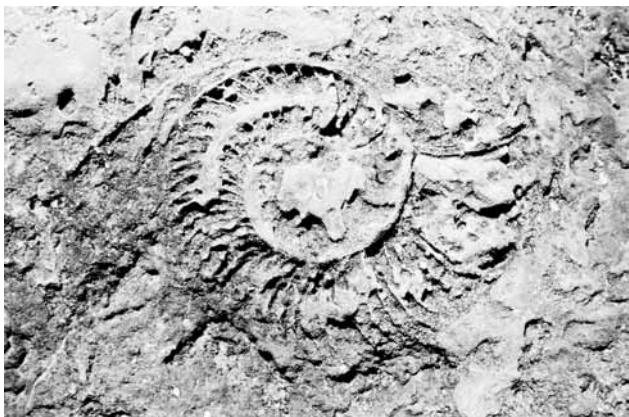
Em primeiro lugar teremos um material complementar falando um pouco sobre a história geológica da Terra. Em seguida vamos falar um pouco sobre o registro fóssil e o que ele pode nos contar.

Em particular vamos falar um pouco sobre as formas com as quais podemos utilizar informações que possuímos no presente para estabelecer as relações de parentesco entre os organismos (ou seja sua história, seu passado). As filogenias são representações dessas relações de parentesco.

Começe lendo sobre as escalas de tempo no material complementar.



Os fósseis



Agora iremos falar sobre o registro que temos da vida no passado, os fósseis. Fósseis são restos ou marcas deixados por seres vivos que morreram no passado. Evidentemente, nem todos os seres vivos que morrem produzem fósseis, pois a imensa maioria deles é digerido por animais ou são decompostos por micro-organismos. Os fósseis são encontrados em rochas de origem sedimentar ou metamorfizadas.

Os fósseis mais antigos que se conhecem são de estromatólitos, resultado de colônias de cianobactérias que formam camadas. Os fósseis mais antigos têm cerca de 3,5 bilhões de anos. Existem estromatólitos vivos ainda. No Brasil, eles foram encontrados na **Lagoa Salgada**, no município de Campos, no Rio de Janeiro. Há fósseis de estromatólitos brasileiros, que podem até ser vistos em shopping centers de São Paulo ou de Belo Horizonte,



pois seus pisos foram feitos com rochas que contêm esse tipo de fósseis. Essas rochas têm mais de 2 bilhões de anos desde que preservaram esses organismos!



Acesse o [artigo](#).

A história da vida preservada

As rochas que contêm fósseis com restos de animais multicelulares somente ocorrem em estratos sedimentares mais recentes que 700 milhões de anos. Qualquer rocha que é resultado de sedimentação anterior a isso não tem fósseis de organismos multicelulares. Da mesma forma, não se encontram restos de mamíferos em rochas com data anterior a 200 milhões de anos, não existem fósseis de aves anteriores a 110 milhões de anos, nem



existem fósseis de insetos anteriores a 300 milhões de anos. Evidentemente, esses números podem mudar, caso ocorram novos achados, o que é normal na história de qualquer área da Ciência. Da mesma forma que existem organismos cujas marcas somente aparecem após certas datas, há outros que existiram, mas desapareceram a partir de um tempo. O exemplo mais famoso é o dos dinossauros, enormes répteis que não existem mais atualmente.

As grandes extinções

Por que os dinossauros desapareceram? Os grandes dinossauros deixaram suas marcas, especialmente sob a forma de ossos fossilizados até mais ou menos 65 milhões de anos atrás. Depois disso, ou seja, em estratos de sedimentos mais recentes, não há mais qualquer vestígio deles. A grande extinção que ocorreu entre o fim do período Cretáceo e que marcou o início da Era Cenozoica é um dos episódios mais estudados da História da vida na Terra. Foi objeto de um grande debate científico durante décadas, principalmente sobre os motivos que levaram a essa grande extinção. Em 1980, foi descoberto que, em uma camada muito fina que separava, em vários lugares do mundo, as rochas sedimentares do período Cretáceo e da Era Cenozoica, havia uma concentração muito elevada do elemento Irídio, que é normalmente raro na crosta terrestre, mas abundante em certos meteoritos. Logo se propôs a solução para o debate: um asteroide colidiu com a Terra nessa ocasião. Atualmente, sabe-se que essa colisão produziu uma cratera que se localiza na costa do México.



Veja uma entrevista sobre o assunto ([parte 1](#) e [parte 2](#)).

Outras grandes extinções também ocorreram durante a história do nosso planeta. E aquela que foi responsável pela extinção dos dinossauros nem foi a maior. Na figura 3, estão representadas as maiores extinções de vida que aconteceram em nosso planeta.

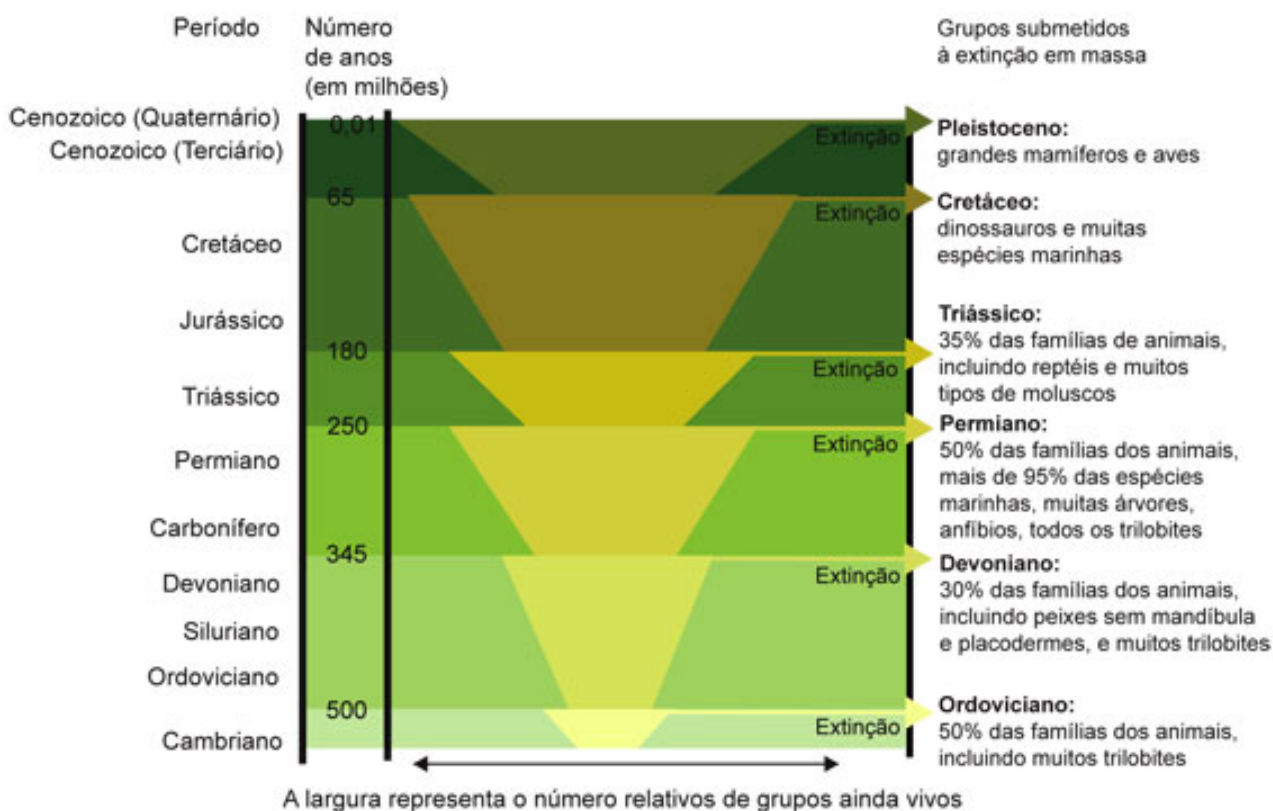


Fig. 2

A maior extinção que houve foi a do fim do Permiano, que exterminou cerca de 95% dos gêneros que existiam na fauna marinha. Os geólogos constatam que as rochas que

foram depositadas a partir desse período são muito pobres em fósseis, evidenciando que a biodiversidade terrestre acabou se recuperando, mas isso levou bastante tempo. O fato de que as grandes extinções estão localizadas sempre nos finais dos períodos geológicos não é coincidência. Os períodos são caracterizados pelos tipos de fósseis da fauna e da flora que ocorrem nas rochas correspondentes. Assim, as grandes extinções são responsáveis pela “reorganização” da Biodiversidade do planeta. Essas extinções são uma força evolutiva importante, pois, ao mesmo tempo em que selam o destino de grupos inteiros de organismos, abrem oportunidades para que outros organismos que conseguiram sobreviver às catástrofes se diversifiquem. Existe ainda um grande debate sobre as causas das diferentes extinções. Os candidatos mais fortes são: atividade vulcânica aumentada, glaciações (períodos de resfriamento global intenso), quedas acentuadas na quantidade de oxigênio atmosférico, aquecimentos globais ou até mesmo impactos de origem extraterrestre.

Uma das maiores extinções da vida em nosso planeta está ocorrendo justamente agora. Sim, e nós, toda a Humanidade e as nossas atividades, todos somos os claros responsáveis por isso. Não há aqui nenhum tipo de julgamento de mérito, apenas a constatação de fatos.

O registro da evolução da vida na Terra

Suponha que estejamos admirando um fóssil em nossas mãos, em uma exposição de um museu ou até mesmo em uma figura de um livro impresso ou de uma publicação eletrônica. Sabemos que tal organismo viveu na Terra há muito tempo. Suponha ainda que seja um fóssil de um protocordado, grupo de organismos que, segundo as hipóteses vigentes, deu origem aos cordados e, portanto, aos vertebrados e a nós mesmos. Podemos ficar tentados a pensar que ele teria sido nosso “tatará”-“tatará-tatará” – (“tatará”)_n – avô! Isso, sem dúvida, nos traria grande emoção, assim como nos emocionamos ao ouvir histórias de nossos antepassados menos remotos. Mas a única certeza que temos é a de que ele viveu e morreu, mas nunca temos a certeza de que ele deixou descendentes, ou até mesmo que os seus descendentes e os descendentes de seus descendentes estão presentes hoje em dia. Entretanto, quando admiramos qualquer espécime de um organismo que está vivo, temos certeza de que ele descende de uma longa (mas muito longa mesmo) linhagem de ancestrais e descendentes, que remonta ao início da vida na Terra!

Assim, o estudo das características que existem nos seres vivos atuais também nos permite saber o que ocorreu durante a evolução de seus ancestrais. Dentre as características que existem nos organismos vivos, seu próprio material genético é a escolha natural para nos ajudar a descobrir o que ocorreu durante a evolução.

A primeira comparação de sequências de macromoléculas homólogas foi publicada, em 1962, pelos pesquisadores Emile Zuckerkandl e Linus Pauling. Eles compararam as sequências de resíduos de aminoácidos da proteína citocromo c. Essa proteína faz parte da cadeia respiratória, ocorrendo portanto em todos os organismos que respiram. Além disso, o citocromo c é uma proteína que apresenta uma coloração marrom-avermelhada, provocada pela associação da cadeia polipeptídica a um grupo heme. Essa característica facilitou bastante a purificação da proteína em sua forma nativa, pois uma inspeção visual permite a localização imediata da fração que contém o citocromo c.

Baseados na comparação das seqüências de aminoácidos, os pesquisadores chegaram à conclusão de que a quantidade de aminoácidos diferentes entre as seqüências era proporcional ao tempo em que viveu o ancestral comum das espécies. Por exemplo, a diferença entre as seqüências de citocromo c de tubarões e aves era aproximadamente igual à diferença entre as de tubarões e as de outros mamíferos. Não havia semelhança como a que existe na forma desses animais, nitidamente relacionada ao seu deslocamento dentro da água. Esse primeiro trabalho estabeleceu o princípio do “relógio evolutivo molecular”.

Atualmente, dispomos de tecnologia que nos permite conhecer a seqüência de todos os nucleotídeos do DNA do genoma inteiro de um ser vivo. Assim, pesquisadores estão trabalhando incessantemente na comparação dessas enormes seqüências de macromoléculas para analisar não somente o parentesco entre as espécies estudadas, mas também conhecer os processos que ocorreram na diversificação no nível molecular.

Assim como se comparam as estruturas visíveis dos seres vivos para o estabelecimento de homologias, as seqüências de moléculas também são comparadas de acordo com suas homologias.

Por exemplo, as asas dos morcegos são homólogas às patas dianteiras de cavalos, de primatas e também às nadadeiras de baleias. Na figura 3, essas estruturas estão representadas e seus ossos estão coloridos de acordo com a correspondência que existe entre eles.

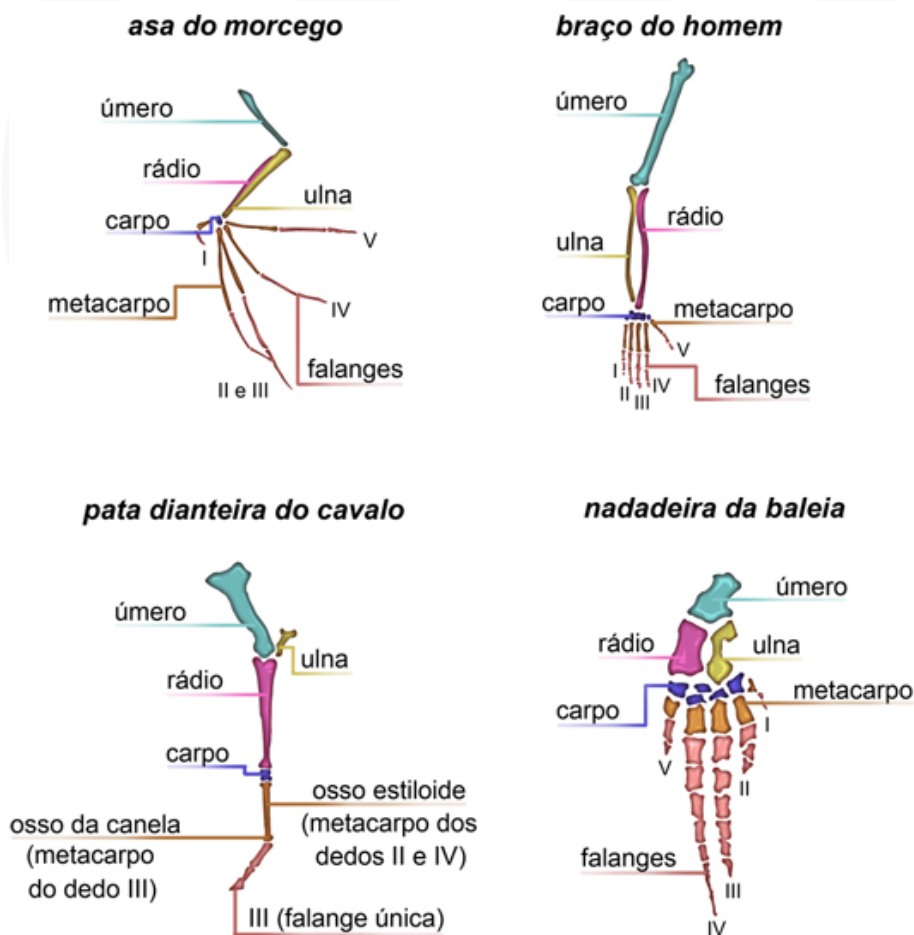


Fig. 3

A homologia é uma hipótese de ancestralidade comum. Isso quer dizer que, se existem duas estruturas que são hipotetizadas como homólogas em dois ou mais seres vivos, isso

Agora responda:

- a) Qual é o par de espécies que apresenta a menor quantidade de diferenças?
- b) Qual é a espécie que apresenta a maior quantidade de diferenças entre as demais?
- c) O que se pode concluir a respeito do parentesco entre essas espécies apenas com os dados das sequências desse pequeno trecho de um gene?
- d) Como você faria para representar, em uma filogenia, o parentesco entre essas espécies usando apenas esses dados?
- e) Como você compara esses dados com aquilo que você já conhece sobre o parentesco entre essas espécies?



RedeFor