



Caro(a) aluno(a),

No volume anterior, o Caderno do Aluno abordou a diversidade da vida, tratando de assuntos relacionados à biologia das plantas e dos animais.

Agora, com este volume 3, você terá a oportunidade de ampliar seus conhecimentos biológicos, em Situações de Aprendizagem que exploram os seguintes temas:

- a origem da vida;
- ideias evolucionistas e evolução biológica.

Esses conteúdos podem suscitar muitos debates, pesquisas e investigações que irão contribuir para que você perceba a natureza como um sistema dinâmico e integrado, que se modifica ao longo do tempo.

Suas aulas se tornarão ainda mais dinâmicas se você e seus colegas contribuírem com suas experiências de vida e cooperarem na realização das atividades propostas.

Seu professor irá orientá-lo a redigir textos informativos ou de opinião e sínteses e a estabelecer relações entre gráficos e tabelas.

Os conceitos e conhecimentos científicos explorados nos conteúdos deste Caderno têm o propósito de aprimorar suas competências e habilidades, permitindo sua formação como aluno atento, atualizado, bem informado, articulado, participativo e crítico.

Este Caderno é um convite para que você mergulhe no universo das ciências e entenda o verdadeiro sentido da vida. Bons estudos.

Equipe Técnica de Biologia
Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo







TEMA:

ORIGEM E EVOLUÇÃO DA VIDA



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 A ORIGEM DA VIDA

É surpreendente a quantidade de seres que vivem em um jardim. Lagartas, minhocas, formigas, centopeias, lacraias, grilos, aranhas, besouros, ácaros, tatuzinhos de jardim e muitos outros seres passam despercebidos ou até causam aversão em algumas pessoas. A vida é muito diversa. A origem de toda essa diversidade é sem dúvida uma das questões mais instigantes das Ciências Naturais e desafia o espírito humano há muito tempo. Esta Situação de Aprendizagem propõe explorar essa discussão.

Para começo de conversa

1. Como teriam surgido todas as formas de vida que existem?

2. O que os seres vivos têm em comum? Quais as características essenciais à vida?

3. Do que são constituídas suas células?





Leitura e Análise de Texto

Duas visões sobre a origem da vida

Os dois textos que você vai ler agora trazem explicações diferentes para a origem dos seres vivos. Durante a leitura, procure identificar quais são as razões dessas explicações, isto é, quais são os fundamentos em que se baseiam as explicações apresentadas.

Explicação 1 – Encontrada no Gênesis 1:1-12 (400 a.C.)

No princípio, criou Deus os céus e a terra.

A terra era sem forma e vazia; e havia trevas sobre a face do abismo, mas o Espírito de Deus pairava sobre a face das águas.

Disse Deus: – Haja luz. E houve luz.

Viu Deus que a luz era boa; e fez a separação entre a luz e as trevas.

E Deus chamou à luz dia, e às trevas noite. E foi a tarde e a manhã, o dia primeiro.

E disse Deus: – Haja um firmamento no meio das águas, e haja separação entre águas e águas.

Fez, pois, Deus o firmamento, e separou as águas que estavam debaixo do firmamento das que estavam por cima do firmamento. E assim foi.

Chamou Deus ao firmamento céu. E foi a tarde e a manhã, o dia segundo.

E disse Deus: – Juntem-se num só lugar as águas que estão debaixo do céu, e apareça o elemento seco. E assim foi.

Chamou Deus ao elemento seco terra, e ao ajuntamento das águas mares. E viu Deus que isso era bom.

E disse Deus: – Produza terra relva, ervas que deem semente, e árvores frutíferas que, segundo as suas espécies, deem fruto que tenha em si sua semente, sobre a terra. E assim foi.

A terra, pois, produziu relva, ervas que davam semente segundo as suas espécies, e árvores que davam fruto que tinha em si a sua semente, segundo as suas espécies. [...] E viu Deus que isso era bom.

Gênesis 1:1-12 (c. 400 a.C.). *Bíblia sagrada*. Domínio público. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalleObraForm.do?select_action=&co_obra=16732>. Acesso em: 4 mai. 2010.

Explicação 2 – Teoria da sopa orgânica

Lucilene Aparecida Esperante Limp

Há 4,6 bilhões de anos, o planeta Terra apresentava temperaturas altíssimas. Com o passar do tempo, por um processo muito lento, sua superfície foi esfriando, tornando possível a formação de uma fina camada sólida: a futura crosta terrestre.

Durante o resfriamento, o planeta liberou gases do seu interior, formando uma atmosfera primitiva, muito diferente da que existe hoje, pois era rica em substâncias como gás carbônico (CO_2), gás nitrogênio (N_2), amônia (NH_3), gás hidrogênio (H_2), metano (CH_4) e vapor d'água (H_2O), mas sem gás oxigênio (O_2).

Água e calor em abundância criaram condições para a formação de muitas nuvens e fortes tempestades que ajudaram a resfriar o planeta e também a originar os mares. Não havia ozônio e, portanto, a Terra estava desprotegida das radiações solares.

Acredita-se que as descargas elétricas dos raios e as radiações favoreceram a ocorrência de combinações entre os materiais que compunham a atmosfera primitiva e os mares, originando uma “sopa” de substâncias nutritivas que formaram o corpo dos primeiros seres vivos.

O agrupamento dessas substâncias formou gotículas isoladas, células primitivas com a capacidade de se dividir. Essa teoria, conhecida como “teoria da sopa orgânica” ou “teoria da origem molecular da vida”, foi proposta pelo escocês John Sanderson Haldane (1892-1964) e pelo russo Aleksandr Ivanovich Oparin (1894-1980), que, apesar de não terem trabalhado juntos, chegaram à mesma conclusão.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Depois da leitura dos textos, responda:

1. Em que se baseia a primeira explicação? E a segunda?

2. Seria possível testar alguma das explicações em laboratório? Explique.

3. O ambiente descrito no segundo texto seria propício à existência dos seres vivos atuais? Explique.



LIÇÃO DE CASA



Ampliando a discussão

O problema da origem da vida já recebeu soluções diversas conforme a época e o tipo de civilização e ainda é motivo de discussões acirradas. Leia o texto sobre os projetos ambiciosos de alguns cientistas.



Leitura e Análise de Texto

Cinquenta anos de “vida” no laboratório

Marcelo Gleiser*

O ano de 1953 foi notável para a Biologia. James Watson e Francis Crick apresentaram seus resultados sobre a estrutura da molécula de DNA. (...)

Mas a estrutura do DNA não foi a única grande descoberta em Bioquímica realizada em 1953. Os americanos Harold Urey e Stanley Miller tentaram algo ainda mais ambicioso: fabricar a vida, ou, ao menos, alguns de seus ingredientes básicos, no laboratório. A origem da vida na Terra era (e ainda é) um grande mistério. E não é para menos. Em sua essência, seres vivos são conjuntos de macromoléculas orgânicas de grande complexidade, capazes de realizar uma série de operações e transformações químicas que levam à sua subsistência (alimentação) e à sua reprodução.

De alguma forma, moléculas inertes, quando combinadas em certo nível de complexidade, se transformam em seres vivos. A questão é como se dá essa combinação, ou melhor, como o simples se torna complexo e, eventualmente, vivo.

Urey e Miller partiram do princípio de que a composição química da Terra primordial era simples. Sua ideia era reproduzir o ambiente de então no laboratório, tentando gerar moléculas orgânicas complexas a partir de moléculas simples. Vem à mente o popular jogo infantil Lego, no qual pequenos blocos, quando conectados de forma correta, produzem estruturas arbitrariamente complexas.

Urey e Miller sugeriram que, se os compostos químicos simples funcionavam como os blocos de Lego, a eletricidade existente na Terra primordial seria a força que fundiria o simples em complexo (equivalente, de certa forma, à inteligência da pessoa que cria as estruturas com Lego, a faísca criadora). Essa eletricidade primordial era consequência da intensa atividade atmosférica da época, que gerava um número enorme de relâmpagos.

A questão era quais elementos químicos deveriam ser usados. Afinal, a receita certa depende do conhecimento das condições da Terra quando ela tinha em torno de 1 bilhão de anos, algo nada trivial. As pistas deixadas dessa época são poucas e eram ainda mais escassas em 1953.

Urey e Miller supuseram que a sopa primordial fosse composta de água, metano, dióxido de carbono e amônia, ou seja, uma mistura de compostos simples contendo os átomos mais essenciais da Bioquímica, hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio.

Os relâmpagos foram simulados por descargas elétricas, que eram ativadas periodicamente. Após alguns dias, uma análise da mistura acusou a presença de aminoácidos, compostos orgânicos complexos encontrados em todos os seres vivos na Terra, os blocos que compõem as proteínas. Uma década após o experimento de Urey e Miller, cientistas usando processos semelhantes sintetizaram as bases nitrogenadas da molécula de DNA.

Esses experimentos, embora tenham provado que é possível sintetizar moléculas complexas a partir de outras mais simples, estão longe de sintetizar um ser vivo ou mesmo uma molécula de DNA. Críticos argumentam que o ambiente na Terra primordial era muito diferente e talvez impróprio à geração de moléculas complexas.

Recentemente, cientistas da Nasa mostraram que resultados semelhantes podem ocorrer no espaço, onde eletricidade é substituída por radiação ultravioleta, proveniente de estrelas. Nesse caso, as moléculas que deram origem à vida na Terra seriam provenientes do espaço, transportadas por asteroides e cometas. O debate continua: no espaço ou na Terra, o enigma da origem da vida permanece.

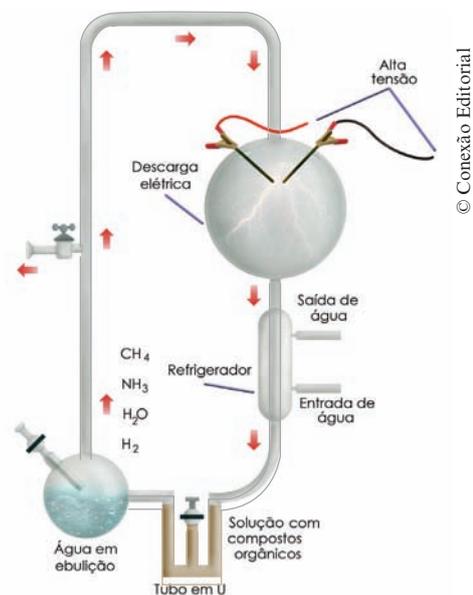
*Marcelo Gleiser é professor de Física Teórica do Dartmouth College, em Hanover (EUA), e autor do livro *O fim da terra e do céu*.

GLEISER, Marcelo. Cinquenta anos de "vida" no laboratório. *Folha de S.Paulo*, 29 jun. 2003. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9476.shtml>>. Acesso em: 3 maio 2010.

1. A figura ao lado representa o aparelho construído por Urey e Miller. Compare sua organização com a descrição do texto e depois responda às questões:

a) Qual era a hipótese de Urey e Miller?

b) Identifique as fórmulas moleculares dos compostos utilizados como reagentes e relacione-as com a composição das substâncias orgânicas que formam os seres vivos.



Esquema do aparelho construído por Urey e Miller.



c) Os resultados confirmaram a hipótese dos pesquisadores? Justifique.

2. Qual é a outra teoria sobre a origem da vida citada no texto? Apresente um argumento favorável e um contrário a essa teoria.

3. As ideias de Urey e Miller sobre a origem da vida confirmam ou refutam as ideias de Oparin?



Para pensar

Ninguém estava presente no momento do surgimento da vida. Assim, como é possível saber o que aconteceu? Que tipo de informações os cientistas utilizam? Como seriam os primeiros seres vivos?



PESQUISA INDIVIDUAL

Registre em seu caderno:

- Segundo pesquisas, qual é a idade da Terra? Como os pesquisadores chegaram a essa conclusão?
- O que são fósseis? Qual é a importância dos fósseis para a Ciência? Quais são os fósseis mais antigos? Onde foram encontrados?





Leitura e Análise de Imagem

Analise as imagens a seguir e depois responda às questões da página 11.

Como eram os primeiros seres vivos?



© Frans Lanting/Corbis-Latinstock

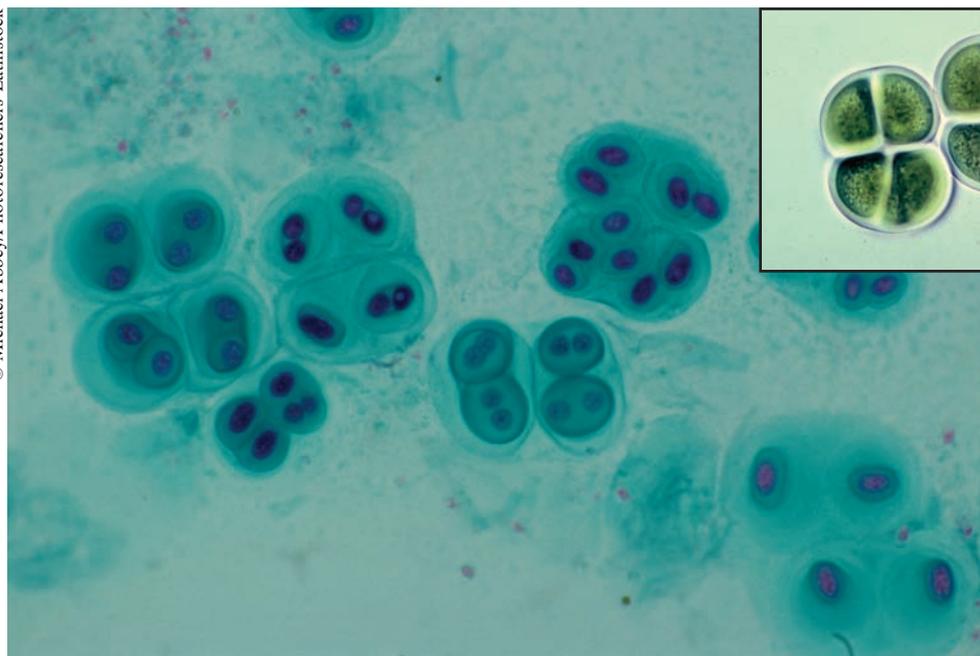
Estromatólito fossilizado encontrado na Cordilheira Hamersley, Austrália ocidental. Diz-se ser um fóssil do organismo vivo mais velho na Terra. Os estromatólitos resultam da interação entre micro-organismos, outras influências biológicas e o ambiente físico e químico. Os principais micro-organismos formadores dos estromatólitos são as cianobactérias.



© Frans Lanting/Corbis-Latinstock

Os estromatólitos foram estruturas muito comuns no Pré-cambriano e existem até hoje em alguns lugares do mundo, como este estromatólito encontrado no parque marinho de Shark Bay, na costa australiana.

© Michael Abbey/Photoresearchers-Latinstock



1

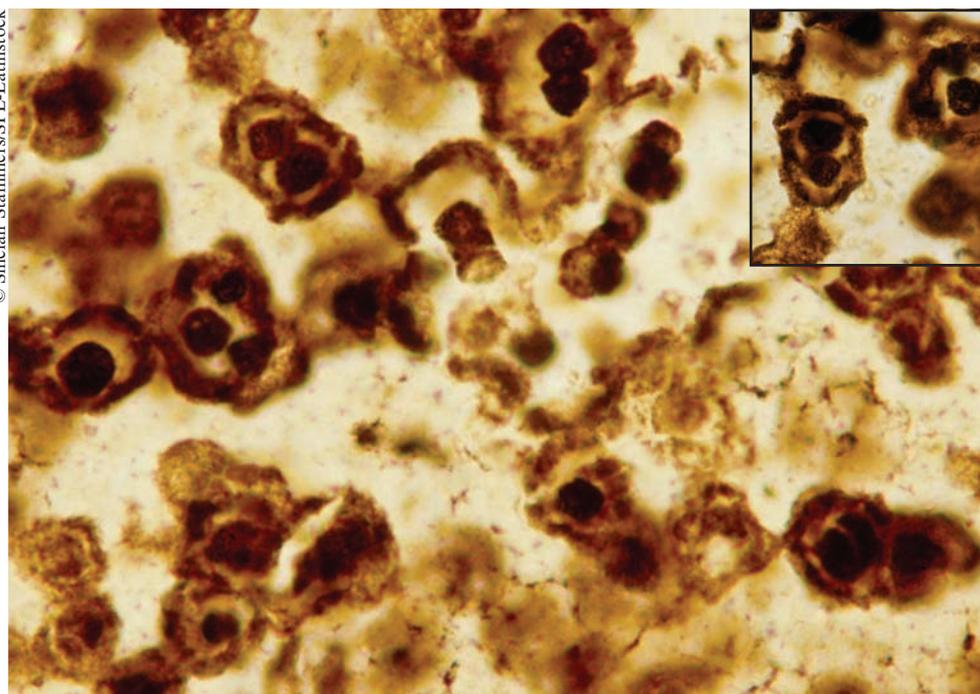


2

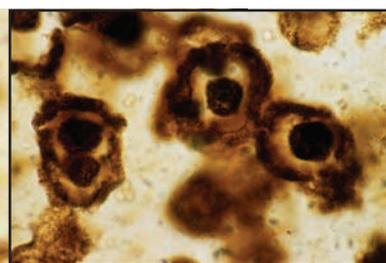
© Visuals Unlimited/
Corbis-Latinstock

Fotomicrografias coloridas artificialmente de *Gloeocapsa sp.*, tipo de cianobactéria atual. A imagem 1 foi ampliada cerca de 3 170 vezes e a imagem 2, cerca de mil vezes.

© Sinclair Stammers/SPL-Latinstock



3



4

© Sinclair Stammers/
SPL-Latinstock

Fotomicrografias coloridas artificialmente de uma fina camada de rocha em Gunflint Chert, Ontário, Canadá. As imagens exibem formas de vida datadas de aproximadamente 2 bilhões de anos. As amostras incluem uma mistura de detritos orgânicos que se assemelham às cianobactérias atuais. A imagem 3 foi ampliada cerca de 1 720 vezes e a imagem 4, cerca de 540 vezes.

1. O que é possível afirmar a partir da comparação dos achados fósseis com as formas atuais?

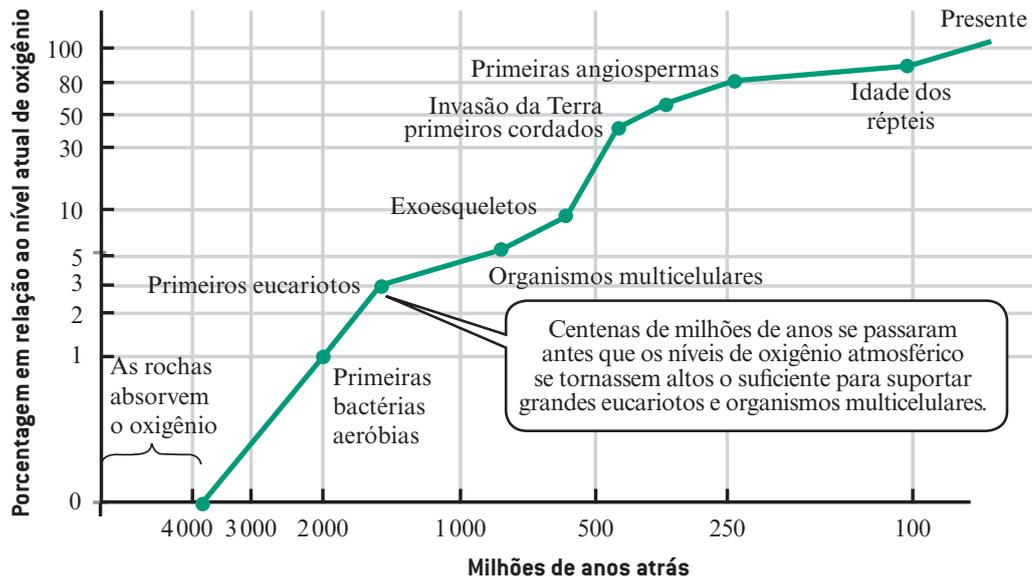
2. Explique que informações as imagens fornecem sobre as características dos primeiros seres vivos.

3. Por que o estudo dos estromatólitos é importante para a Ciência?



Leitura e Análise de Gráfico

Taxa de O₂ na atmosfera



Taxa de reaproveitamento de O₂ na atmosfera ao longo da história geológica do planeta. Os eixos dos gráficos estão em escala logarítmica.

Fonte: PURVES, W; SADAVA, D.; ORIAN, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Tradução Anapaula Somer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 382.

- Quais as modificações promovidas na atmosfera primitiva pelo surgimento da vida e de bactérias fotossintetizantes? Algas e plantas de terra firme também contribuíram com o fenômeno? Como? Explique como essas modificações favoreceram o desenvolvimento da vida atual.

Tome nota!

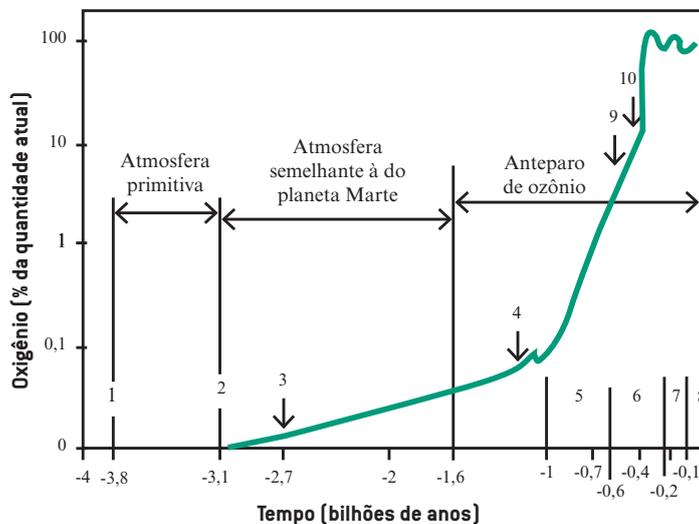
Para concluir, produza um texto justificando a seguinte afirmativa: “A Ciência é cumulativa e provisória”. Utilize o tema da origem da vida para mostrar como as explicações (modelos explicativos) podem se alterar ao longo do tempo e de que forma essas mudanças estão relacionadas ao modo de fazer Ciência.



VOCÊ APRENDEU?



- (Enem–2000) O gráfico a seguir representa a evolução da quantidade de oxigênio na atmosfera no curso dos tempos geológicos. O número 100 sugere a quantidade atual de oxigênio na atmosfera, e os demais valores indicam diferentes porcentagens dessa quantidade.



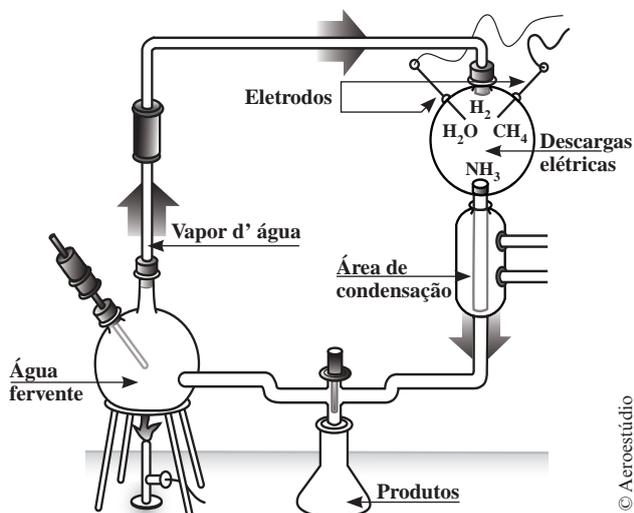
- Pneumatofita primitiva
- Aparecimento da vida
- Começo da fotossíntese
- Primeira célula eucarionte
- Pré-cambriano
- Primário
- Secundário
- Terciário e Quaternário
- Primeiros vertebrados
- Conquista da Terra

De acordo com o gráfico, é correto afirmar que:

- as primeiras formas de vida surgiram na ausência de O_2 .
- a atmosfera primitiva apresentava 1% de teor de oxigênio.
- após o início da fotossíntese, o teor de oxigênio na atmosfera mantém-se estável.
- desde o Pré-cambriano, a atmosfera mantém os mesmos níveis de teor de oxigênio.
- na escala evolutiva da vida, quando surgiram os anfíbios, o teor de oxigênio atmosférico já se havia estabilizado.

2. (Comvest/Vestibular Unicamp – 2003)

Em 1953, Miller e Urey realizaram experimentos simulando as condições da Terra primitiva: supostamente altas temperaturas e atmosfera composta pelos gases metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, sujeita a descargas elétricas intensas. A figura ao lado representa o aparato utilizado por Miller e Urey em seus experimentos:



- Qual é a hipótese testada por Miller e Urey neste experimento?

- Cite um produto obtido que confirmou a hipótese.

- Como se explica que o O_2 tenha surgido posteriormente na atmosfera?



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 EVOLUÇÃO: OS SERES EM TRANSFORMAÇÃO

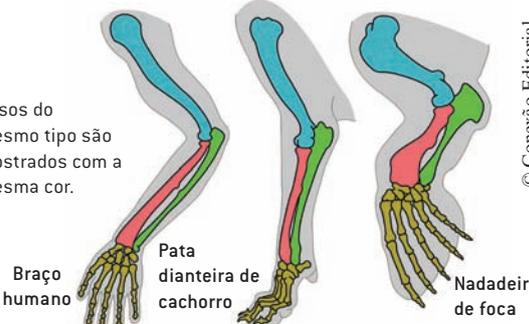
A evolução biológica é a forma de explicar a diversidade de seres vivos que conhecemos. Muito antes de os mecanismos de evolução biológica serem compreendidos, algumas pessoas já imaginavam que os organismos se modificavam com o passar do tempo.

O pensamento evolucionista e as relações de parentesco

 **Leitura e Análise de Imagem**

Ossos do mesmo tipo são mostrados com a mesma cor.

Adaptada de: PURVES, W.; SADAVA, D.; ORIAN, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Tradução Anapaula Somer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 3.



Braço humano Pata dianteira de cachorro Nadadeira de foca

© Conexão Editorial

1. Quais as semelhanças e diferenças entre os membros representados na figura?

2. Formule hipóteses para explicar as semelhanças.

3. Formule hipóteses para explicar as diferenças.

4. Somos parentes das focas e dos cães? Justifique.



PESQUISA INDIVIDUAL

Com base em seus estudos sobre o pensamento evolucionista, faça uma pesquisa e responda em seu caderno à seguinte questão:

- Somos parentes de sapos, pássaros e baleias? E de baratas, plantas e bactérias? Justifique.



Leitura e Análise de Texto

Leia o texto a seguir e responda às questões.

Os dinossauros de Uberaba

Lucilene Aparecida Esperante Limp

Frequentes descobertas no Triângulo Mineiro viram atração turística e transformam a região brasileira em um dos mais importantes sítios paleontológicos da América do Sul.

No mês de setembro de 2008, na Casa da Ciência da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), foi apresentada ao público uma nova espécie de dinossauro que viveu no final do período Cretáceo: o *Uberabatitan ribeiroi*. Com cerca de 3,5 metros de altura, 15 a 20 metros de comprimento e 12 a 16 toneladas de peso, pescoço e caudas longos, crânio pequeno, patas como as de um elefante, o “gigante de Uberaba” era provavelmente herbívoro.

Pela análise das rochas onde foram encontrados os fósseis, os cientistas avaliaram tratar-se de um dos últimos dinossauros do período Cretáceo. Também identificaram que a região onde viviam estava sujeita a variações climáticas muito severas: naquela época, os climas quentes e áridos alternavam-se com períodos chuvosos.

Depois da exposição, o fóssil seguiu para o Museu dos Dinossauros, em Uberaba, para compor sua incrível coleção. Entre os fósseis da coleção está o do *Uberabasuchus terrificus*, considerado um dos maiores predadores da região na era Mesozoica, final do período Cretáceo. Esse animal feroz media cerca de 2,5 metros de comprimento, pesava cerca de 300 quilos e a posição das narinas indica que não era aquático. Seus membros locomotores mais longos sugerem maior velocidade na caçada e suas características dentárias colocam-no como membro da família Peirosauridae que estava no topo da cadeia alimentar da época.

Fósseis da família Peirosauridae foram também encontrados na Patagônia (Argentina) e na Ilha de Madagascar (sudeste da África). Esses estudos evolutivos validam a hipótese do supercontinente Gondwana de que havia uma conexão entre a América do Sul e a África pelo continente antártico.

Para os pesquisadores, cada achado é mais uma peça do quebra-cabeça cuja montagem amplia a compreensão da evolução da vida no planeta.

Fontes consultadas: WALTZ, Igor. Gigante nacional. Especial. *Ciência Hoje Online*, 24 ago. 2008. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/gigante-nacional/>>; NICOLL, Mário.

Um tesouro de 70 milhões de anos: achado fóssil de crocodilo predador. *Faperj Online*, 17 fev. 2005. Disponível em: <http://www.faperj.br/boletim_interna.phtml?obj_id=1844>. Acessos em: 4 maio 2010.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.



1. Encontre no texto e explique as adaptações que permitiram aos pesquisadores inferir que o *U. ribeiroi* era herbívoro e o *U. terrificus* era carnívoro.

2. Formule uma hipótese sobre as possíveis mudanças na configuração dos continentes, com base nos locais em que os fósseis foram encontrados.

3. Caso a Antártida tenha sido *habitat* para os Peirosauridae, como sugerem os pesquisadores, como deveriam ser a vegetação e o clima da Antártida?

4. Registre as hipóteses que são citadas no texto para explicar a extinção dos dinossauros.

5. Nas pesquisas sobre a história dos seres vivos na Terra, os fósseis são de grande importância. Por quê?

Tome nota!

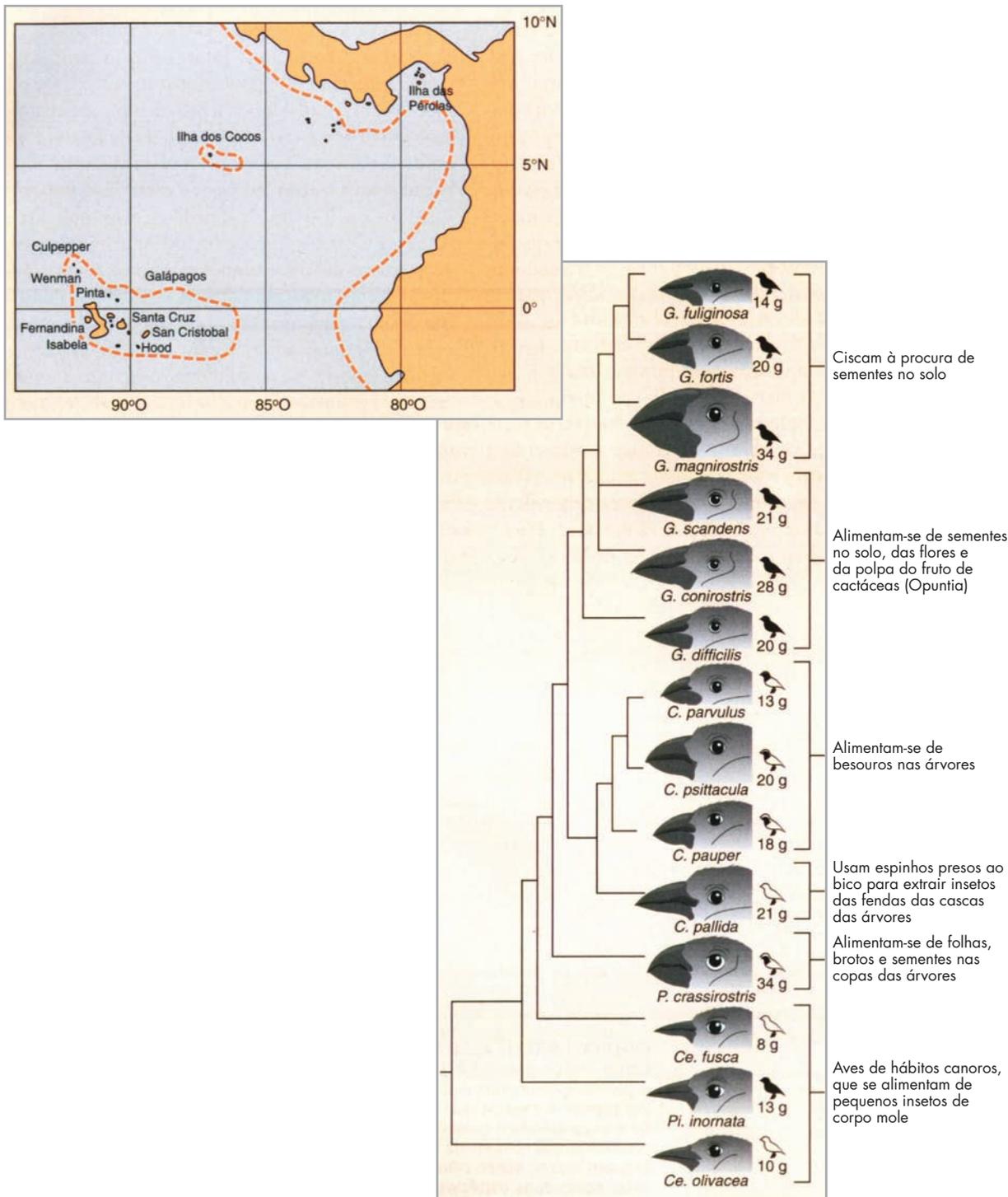
O conceito de evolução revolucionou a Biologia e derrubou o fixismo, segundo o qual as espécies eram as mesmas desde a origem dos tempos.

Refleta: como ocorre a evolução? Quais são os mecanismos que permitem a modificação das espécies, o surgimento e até a extinção de outras? Agora registre suas conclusões em seu caderno.



Como ocorre a evolução

A atividade a seguir foi baseada nos trabalhos dos pesquisadores Peter e Rosemary Grant e seus colaboradores, que estudam, desde 1973, os pássaros do Arquipélago de Galápagos conhecidos como tentilhões.



BEGON, M. et al. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.



Leitura e Análise de Texto e Gráfico

O caso dos tentilhões

Lucilene Aparecida Esperante Limp

O Arquipélago de Galápagos fica no Oceano Pacífico e é constituído por várias ilhas vulcânicas. Neste arquipélago são encontradas 14 espécies de tentilhões distribuídas pelas várias ilhas. Apesar de muito parecidos, os tentilhões divergem, entre outras características, em forma, cor, tipo e tamanho do bico.

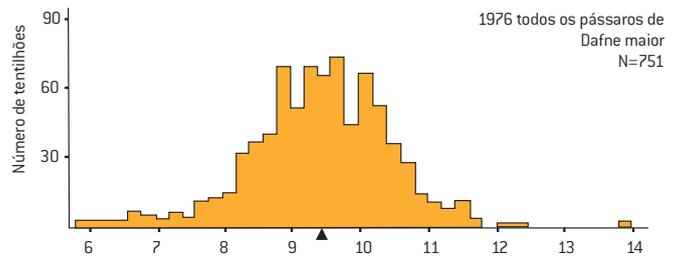
A maior ilha do arquipélago abriga a espécie *Geospiza fortis*, que é uma espécie de tentilhão rasteiro de bico médio, que se alimenta principalmente de sementes, quebrando-as e forçando-as com seu bico a se abrirem. Em geral, os tentilhões com bicos maiores comem sementes maiores e os com bicos menores comem sementes menores. As sementes macias são as preferidas desses tentilhões, pois são mais fáceis de quebrar.

O clima do arquipélago varia muito e, em 1977, houve uma grande estiagem. Os pesquisadores que trabalhavam na ilha registraram várias medidas morfológicas dos tentilhões e, entre elas, o tamanho (profundidade) dos bicos.

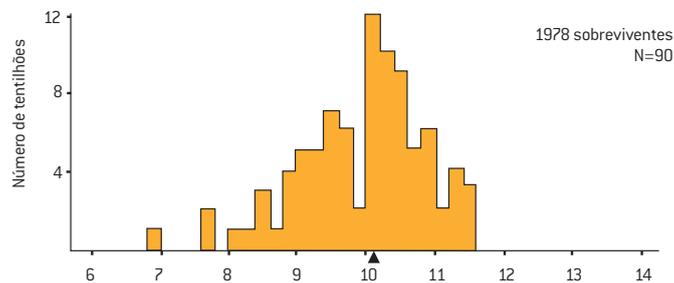
Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Os histogramas a seguir mostram a distribuição do tamanho (profundidade) dos bicos dos tentilhões antes e depois da estiagem. Os triângulos pretos correspondem à média do tamanho (profundidade) dos bicos. Analise os gráficos e depois responda às questões a seguir.

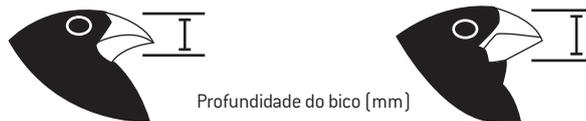
Histograma do tamanho (profundidade) dos bicos dos tentilhões rasteiros em 1976.



Histograma do tamanho (profundidade) dos bicos dos tentilhões rasteiros em 1978.



FREEMAN, S.; HERRON, J.C. *Análise evolutiva*. 4. ed. Tradução Maria Regina Borges et al. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 87





1. É possível notar que o tamanho da população diminuiu. Registre hipóteses para explicar o declínio no tamanho da população dos tentilhões.

2. O que ocorreu em relação à variedade de bicos antes e depois da estiagem? Explique.

3. A sobrevivência dos tentilhões foi aleatória ou algum grupo foi favorecido? Explique.

4. Em que medida as explicações a seguir descrevem corretamente o que ocorreu em 1977 no Arquipélago de Galápagos? Analise e justifique cada explicação.

- a) O bico dos tentilhões aumentou, em média, 5 mm para que pudessem sobreviver.

- b) Os tentilhões sobreviventes apresentavam, em média, bicos maiores.



5. Com base nos eventos apresentados e nos seus conhecimentos sobre hereditariedade e ecologia, é possível fazer previsões: os tentilhões nascidos em 1978 tinham bicos mais ou menos profundos que os nascidos em 1976? Justifique.



Leitura e Análise de Texto

O exemplo dos tentilhões é um caso de seleção natural?

Lucilene Aparecida Esperante Limp

Charles Darwin e Alfred Wallace foram responsáveis pela base científica para a compreensão do processo evolutivo.

Os naturalistas britânicos estudaram a diversidade da vida no planeta e, embora tenham realizado pesquisas distintas, chegaram aos mesmos princípios para explicar o padrão de distribuição dos seres vivos.

Esse padrão, que denominaram descendência com modificação, foi substituído posteriormente pelo termo *evolução*, e o processo que promove a evolução foi denominado *seleção natural*.

O conceito de seleção natural envolve os seguintes princípios:

- Os indivíduos que compõem uma população apresentam variabilidade genética e muitas dessas variações são transmitidas aos descendentes pela reprodução.
- A população pode crescer indefinidamente, mas uma parte dos indivíduos morre antes da reprodução; os que sobrevivem podem deixar um número variável de descendentes e outros nem se reproduzem. Portanto, a cada geração, alguns indivíduos são mais bem-sucedidos que outros na sobrevivência e na reprodução.
- A sobrevivência e a reprodução não são aleatórias; estão ligadas às características dos indivíduos e à sua relação com outros indivíduos e o meio ambiente. Os que sobrevivem transmitem suas características aos seus descendentes.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.



Analise o caso dos tentilhões com base em cada um dos princípios da seleção natural. Conclua: este caso pode ser explicado pela seleção natural?



PESQUISA INDIVIDUAL

Antes da proposta de Darwin e Wallace, em 1809 Lamarck propôs uma teoria evolutiva completa. Pesquise mais sobre a teoria de Lamarck e anote os princípios do pesquisador em seu caderno. Depois responda às questões:

1. No que a teoria de Lamarck se aproxima da teoria de Darwin e Wallace?

2. Segundo Lamarck a evolução é um atributo do indivíduo ou das populações? E para Darwin e Wallace? Exemplifique.



3. Identifique mais duas diferenças fundamentais entre as duas teorias.

4. Por que atualmente não podemos aceitar a explicação de Lamarck para o processo evolutivo?



VOCÊ APRENDEU?



Seleção natural leva à perfeição?

O peixe-mosquito macho (*Gambusia affinis*) possui a nadadeira anal modificada para funcionar como órgão copulador ou gonopódio. O tamanho dos gonopódios interfere na velocidade de natação desses peixes. Brian Langerhans e colaboradores (2005) estudaram os peixes-mosquito e descobriram que as fêmeas desta espécie preferem os machos com gonopódios maiores.

a) Sobre essa espécie de peixes, sugira o que deve acontecer com o tamanho dos gonopódios de uma população de machos quando a população vive:

- em um ambiente com muitos predadores: _____

- em um ambiente com poucos predadores agressivos: _____

b) A seleção leva à perfeição? Discuta esta questão com seus colegas.

Tome nota!

A seleção natural atua sobre a variabilidade genética. Retome os processos de reprodução sexuada e mutação trabalhados nos Cadernos anteriores e explique em seu caderno a variabilidade existente entre os indivíduos de uma população.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Evolução dos palitos: como a evolução trabalha?

Esta atividade foi sugerida pelo professor Roberto Ternes Arrial, da Universidade de Brasília (UnB), e está disponível no seguinte *link* do portal do Ministério da Educação (MEC): <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/mec/2458/1/Evolucao_palitos.pdf>. Acesso em: 4 maio 2010.

Material

- folhas de papel e canetas

Nessa atividade, sob a coordenação do seu professor, vocês terão a oportunidade de discutir o conceito de evolução das espécies.

Procedimento

- Em cada grupo, todos os componentes receberão uma ou duas folhas em branco.
- A atividade se inicia quando o professor entrega uma folha ao primeiro aluno da sequência preestabelecida. Este desenho inicial contém apenas um traço.
- Ao receber a folha, cada participante deve copiar o desenho, guardar a folha com o original e entregar a cópia ao colega; antes, porém, deve acrescentar um traço à cópia produzida.
- No final do processo, o professor organizará no chão os dois esquemas produzidos pela sala.

Atenção

- O desenho deve ser copiado com precisão.
- Você só poderá acrescentar um traço, e sempre uma linha reta.
- Se você foi contemplado com duas folhas, copie o desenho original nas duas, guarde a cópia original e faça traços diferentes em cada uma. Transfira cada folha para um colega diferente, conforme orientação do seu professor.



Copie abaixo o esquema do resultado da evolução dos palitos. Associe o esquema ao conceito de evolução e depois responda às questões a seguir.





1. Por que a atividade recebeu o nome de “evolução” dos palitos?

2. Qual é o significado dos primeiros traços? O que aconteceu com essas espécies no decorrer do processo?

3. Os desenhos se parecem com algum organismo conhecido? Qual?

4. Quais os organismos mais adaptados?

5. Identifique a atuação da seleção natural. Explique como ela atua.

6. Localize eventos de extinção em massa. Identifique espécies extintas.





LIÇÃO DE CASA



Responda às questões de acordo com a atividade realizada em sala:

1. Supondo que tenha ocorrido algum evento que separou a população, identifique no seu esquema uma situação semelhante. Considere que um dos ambientes continuou com suas características de floresta e outro se transformou em campo. Os dois grupos, portanto, estão sujeitos a pressões seletivas diferenciadas. Não há mistura de material genético, pois os dois grupos estão completamente separados. Agora responda:

a) Quais motivos poderiam ter levado ao isolamento das populações?

b) O que ocorrerá com as características dos dois grupos?

c) Retome o conceito de espécie trabalhado no Caderno do volume 1. Em que momento as diferenças serão significativas a ponto de termos espécies diferentes?

2. Compare os dois esquemas produzidos.

a) Explique as diferenças.

- b) Algum desenho produzido no primeiro esquema se parece muito com o produzido no segundo? Esse fenômeno ocorre na natureza, isto é, evoluções que seguiram caminhos distintos podem originar seres com características semelhantes? Você consegue pensar em um exemplo na natureza?



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Para analisar o efeito da mutação e da seleção natural na variação genética de uma população, usaremos a siclemia como exemplo do jogo. Esta atividade foi adaptada do material produzido pela Secretaria da Educação de São Paulo: *Subsídios para implementação da proposta curricular de Biologia para o Segundo Grau*. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, SEE/Cenp/1979 (v. 3, Genética).

O que é siclemia

A siclemia é uma doença causada por uma alteração no gene da hemoglobina A que determina a produção de hemoglobina S, responsável pela anemia falciforme. Antes de iniciar a meiose, ocorre uma alteração na molécula de DNA da hemoglobina.

Representamos por Hb o alelo que determina a síntese de hemoglobina A e por Hb^s o alelo originado por mutação que determina a síntese de hemoglobina S.

Os indivíduos que apresentam genótipo Hb^sHb^s são ciclêmicos, isto é, 90% das suas hemoglobinas presentes nas hemácias são do tipo S. Nessas pessoas, quando a tensão de oxigênio no sangue é baixa, as hemácias se deformam, passando a ter forma de foice. Essas hemácias são destruídas pelo organismo e o resultado é uma anemia intensa, que, na maioria das vezes, é fatal – o ciclêmico geralmente morre antes da adolescência. Essa anemia, conhecida como anemia falciforme ou siclemia, é frequente em países da África. Os indivíduos HbHb têm hemoglobina A; são normais. Os heterozigotos (HbHb^s) apresentam anemia atenuada, que não é fatal, e têm hemácias com hemoglobina A (cerca de 60%) e hemácias com hemoglobina S (cerca de 40%).



Jogo do sucesso reprodutivo

Cada rodada de cada grupo representa uma população africana, isolada, com cruzamentos ao acaso, que contém em seu patrimônio genético os alelos Hb^s e Hb. A segunda rodada representa uma população de região com alta incidência de malária. Antes de iniciar a atividade, levante as seguintes hipóteses:

- O que acontecerá com a frequência do alelo Hb^s após cinco gerações em cada população fechada?

- O gene Hb^s desaparecerá na população? Comente.

Materiais

- 50 feijões pretos e 50 feijões brancos ou rajados
- 1 saco de papel
- 3 potes ou copos descartáveis de 200 mL
- etiquetas e canetas
- 10 cartas de baralho (7 vermelhas e 3 pretas) ou cartões de duas cores diferentes, nessa proporção

1ª rodada

Passo 1 — Coloque os 100 feijões no saco de papel. Os feijões pretos representam o alelo Hb^s (variação do gene para hemoglobina S) e os rajados ou brancos os alelos Hb. Esse é o patrimônio genético da população.



Passo 2 — Um dos potes deve ser etiquetado com as letras Hb^s Hb^s, genótipo homocigoto. O segundo pote com Hb Hb^s para heterocigotos e o terceiro Hb Hb para o genótipo homocigoto.

Passo 3 — O saco de papel deve ser agitado e, sem que os participantes olhem, devem ser sorteados dois feijões de cada vez. Anote os resultados na tabela, ao lado da “geração 1”. Por exemplo, se você retirar um feijão de cada cor, anote uma marca na coluna Hb Hb^s. Coloque o genótipo no pote adequado.

Passo 4 — Nesta primeira rodada, considere que todos os ciclêmicos morram na infância. Os indivíduos que apresentam genótipo Hb^s Hb^s morrem antes de se reproduzirem e seus genes não são transmitidos à geração seguinte. Só os indivíduos Hb Hb^s e Hb Hb é que vão contribuir para o patrimônio genético da geração seguinte. Repita o passo 3 por mais quatro gerações.

Passo 5 — Calcule a frequência dos alelos a cada geração.

Utilize a tabela a seguir para anotar os resultados da primeira rodada.

Geração	Número de indivíduos Hb ^s Hb ^s	Número de indivíduos Hb Hb ^s	Número de indivíduos Hb Hb	Total de alelo Hb ^s	Total de alelo Hb	Total de alelos	Frequência de Hb ^s	Frequência de Hb
1								
2								
3								
4								
5								



Dica!

Como calcular a frequência dos alelos:

- Frequência de Hb^s (expressa em decimal) = $\frac{\text{total de alelos Hb}^s}{\text{total de alelos (Hb}^s + \text{Hb)}}$
- Frequência de Hb (expressa em decimal) = $\frac{\text{total de alelos Hb}}{\text{total de alelos (Hb}^s + \text{Hb)}}$



Análise dos resultados

1. Os resultados da primeira rodada comprovaram a hipótese inicial? Explique.

2. O que aconteceu com a frequência do alelo Hb^s ao longo das gerações? Procure explicar as alterações que ocorreram. Compare os resultados com os dos demais grupos da sala.

3. O que aconteceria com a frequência dos alelos Hb^s e Hb ao longo das gerações em um ambiente onde os indivíduos homocigotos Hb^sHb^s fossem viáveis?

4. Como a imigração e a emigração afetariam a frequência de Hb^s e Hb nessa população?

5. O que aconteceria com a frequência dos alelos Hb^s e Hb se fosse mais vantajoso ser $HbHb^s$?

6. O que aconteceria com a frequência dos alelos se apenas um pequeno grupo contribuísse para os genes da próxima geração?



2ª rodada

Passo 6 — Repita os passos 1, 2 e 3.

Passo 7 — Nesta nova rodada, além de considerar a morte de todos os ciclêmicos na infância, considere também a resistência dos indivíduos $HbHb^s$ à malária. Todos os ciclêmicos morrem na infância em consequência da anemia e todos os heterozigotos resistem à malária. A incidência de malária na região é alta, portanto considere que 70% dos indivíduos normais $HbHb$ morrem na infância em consequência da malária. Para decidir se os indivíduos sobrevivem à malária, utilize as cartas do baralho (ou cartões de cores diferentes na proporção). Cada vez que uma carta vermelha for retirada, o indivíduo de genótipo $HbHb$ morre. Repita o passo 4 e, quando se formar um indivíduo $HbHb$, submeta-o à seleção (cartas vermelhas e pretas).

Passo 8 — Em cada geração, calcule o número de alelos Hb^s e Hb do novo patrimônio genético e suas respectivas frequências.

Geração	Número de indivíduos Hb^sHb^s	Número de indivíduos $HbHb^s$	Número de indivíduos $HbHb$	Total de alelo Hb^s	Total de alelo Hb	Total de alelos	Frequência de Hb^s	Frequência de Hb
1								
2								
3								
4								
5								

7. O que aconteceu com a frequência dos alelos Hb^s e Hb em relação à 1ª rodada?

8. A seleção natural está agindo nas populações africanas? Neste caso, quais são os indivíduos favorecidos? Por quê?

9. Os resultados desse jogo são um exemplo de evolução? Explique.



VOCÊ APRENDEU?



1. Cite três evidências que apoiam a teoria da evolução biológica.

2. “As populações humanas que vivem nas regiões tropicais têm de suportar uma intensa radiação solar. Para enfrentar tal condição, as células da pele desses indivíduos adquiriram a capacidade de fabricar muita melanina.” Discuta as ideias contidas na afirmação, tendo como base a teoria de Lamarck e a de Darwin e Wallace.

3. (Fuvest–2000) Os fatos a seguir estão relacionados ao processo de formação de duas espécies a partir de uma ancestral:

- I. Acúmulo de diferenças genéticas entre as populações.
- II. Estabelecimento de isolamento reprodutivo.
- III. Aparecimento de barreira geográfica.

a) Qual é a sequência em que os fatos anteriores acontecem na formação das duas espécies?

b) Que mecanismos são responsáveis pelas diferenças genéticas entre as populações?

4. (Fuvest–2002) A bactéria *Streptococcus iniae* afeta o cérebro de peixes, causando a “doença do peixe louco”. A partir de 1995, os criadores de trutas de Israel começaram a vacinar seus peixes. Apesar disso, em 1997, ocorreu uma epidemia causada por uma linhagem de bactéria resistente à vacina. Os cientistas acreditam que essa linhagem surgiu por pressão evolutiva induzida pela vacina, o que quer dizer que a vacina:

- induziu mutações específicas nas bactérias, tornando-as resistentes ao medicamento.
- induziu mutações específicas nos peixes, tornando-os suscetíveis à infecção pela outra linhagem de bactéria.
- causou o enfraquecimento dos órgãos dos peixes permitindo sua infecção pela outra linhagem de bactéria.
- levou ao desenvolvimento de anticorpos específicos que, ao se ligarem às bactérias, tornaram-nas mais agressivas.
- permitiu a proliferação de bactérias mutantes resistentes, ao impedir o desenvolvimento das bactérias da linhagem original.

5. A moderna teoria da evolução está fundamentada em três mecanismos evolutivos. A (I) e a (II) são os mecanismos evolutivos responsáveis pela variabilidade entre os seres vivos. Já a (III) é o mecanismo evolutivo responsável pela direção no processo evolutivo. Assinale a alternativa que completa a frase corretamente:

- (I) recombinação gênica; (II) seleção natural; (III) mutação.
- (I) seleção natural; (II) migração; (III) recombinação gênica.
- (I) mutação; (II) seleção natural; (III) recombinação gênica.
- (I) mutação; (II) recombinação gênica; (III) seleção natural.
- (I) recombinação; (II) deriva gênica; (III) migração.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 GRANDES LINHAS DE EVOLUÇÃO DOS SERES VIVOS

Esta Situação de Aprendizagem pretende discutir as grandes linhas de evolução dos seres vivos. Para evidenciar como os fatores vivos e os elementos não vivos do ambiente se modificam ao longo do tempo, utilizaremos como estratégia uma análise das várias representações sobre a história geológica e da vida na Terra.

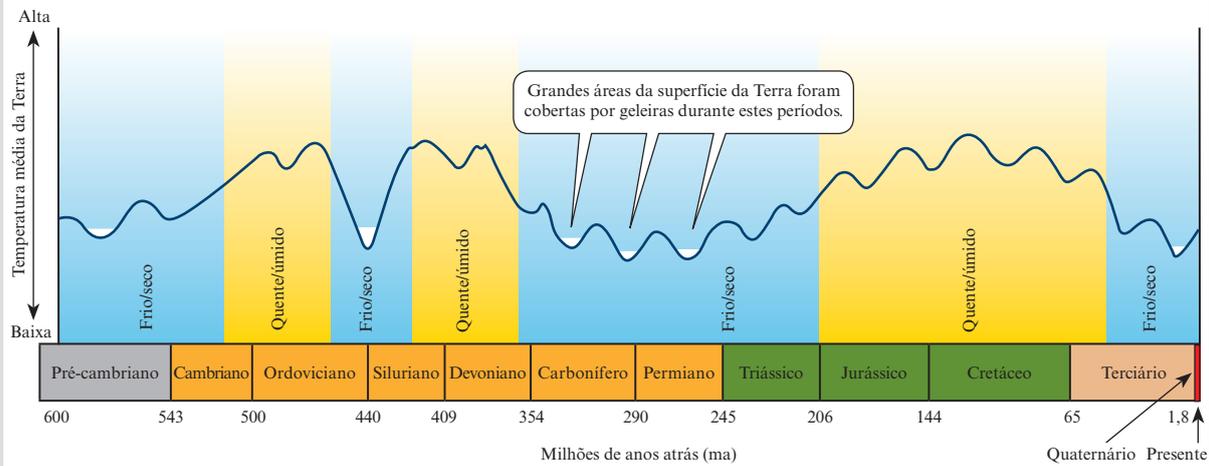
Para começo de conversa



Leitura e Análise de Gráfico

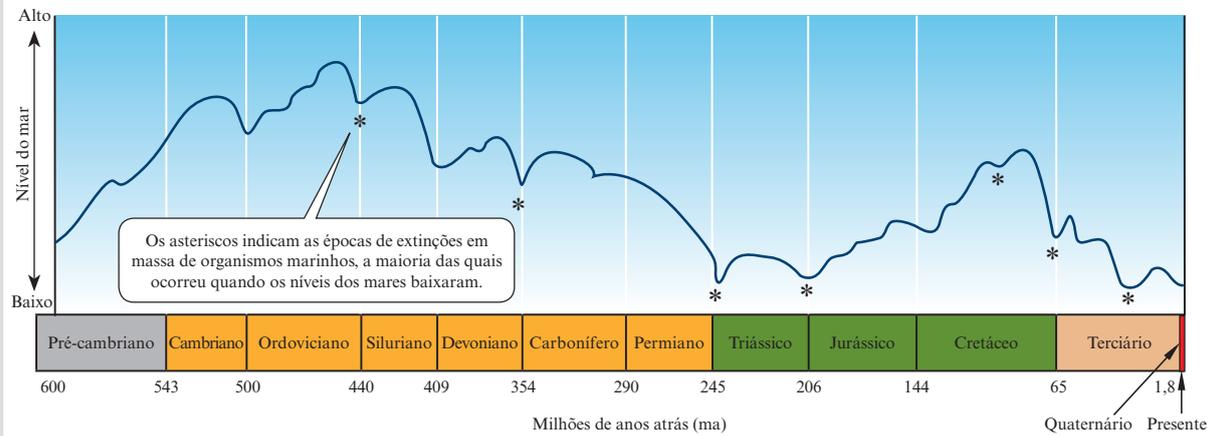
Como a Terra tem mudado ao longo do tempo? Observe os gráficos a seguir:

Condições do clima durante a história da Terra



Fonte: PURVES, W.; SADAVA, D.; ORIAN, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Tradução Anapaula Somer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 383.

Níveis do mar



Fonte: PURVES, W.; SADAVA, D.; ORIAN, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Tradução Anapaula Somer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 383.

Agora responda às questões:

1. Com base no gráfico, de modo geral, o que podemos dizer sobre as condições do clima durante a história da Terra? E sobre a temperatura?

2. Com base no gráfico, de modo geral, o que podemos dizer sobre o nível do mar e as extinções de organismos marinhos?

3. Examine o gráfico da página 11. O que é possível dizer sobre a variação da concentração do gás oxigênio no planeta ao longo de sua história evolutiva? Explique como os seres vivos alteraram a composição da atmosfera terrestre.

A história da vida na Terra



Leitura e Análise de Texto

As novidades evolutivas e a história da vida na Terra

Lucilene Aparecida Esperante Limp

A forma como as inovações evolutivas surgem tem sido tema de debate desde Darwin e Wallace até hoje. Chamamos de novidades evolutivas as mudanças estruturais derivadas de espécies ancestrais que permitiram a adaptação de organismos a modos de vida especiais. Por exemplo, o aparecimento de asas em vertebrados corresponde a modificações de seus membros anteriores.

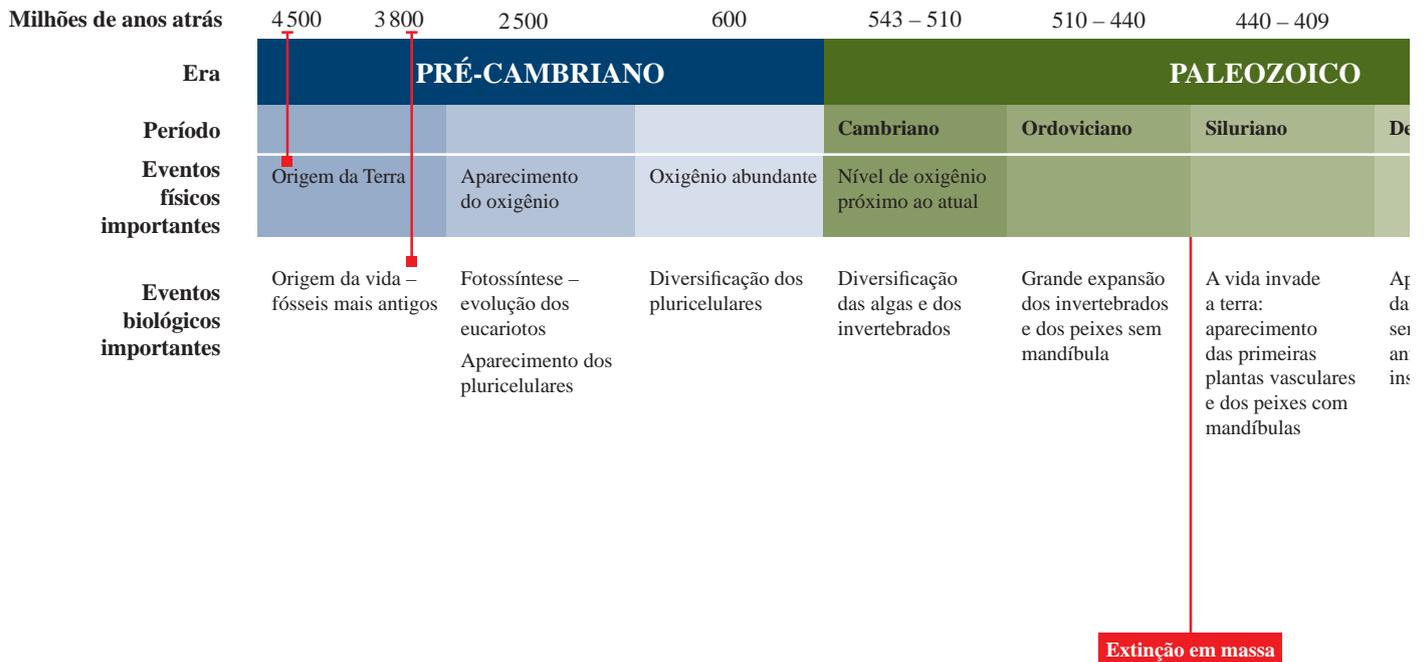
A Terra está em constante transformação. Os diversos eventos geológicos alteraram os ambientes terrestres, definindo os rumos da evolução. Esses eventos alteram as pressões evolutivas que interferem no desenvolvimento das populações sobre o planeta. O infográfico a seguir mostra os períodos geológicos e os principais eventos da história evolutiva da vida que ocorrem em cada um deles.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Analise o infográfico e responda às questões a seguir:

1. Encontre no esquema o momento da passagem dos organismos da água para a terra (animais e plantas) e o surgimento dos mamíferos.
2. Identifique eventos biológicos que precederam esses momentos.
3. Proponha uma hipótese que relacione os eventos e explique as diferenças entre os conjuntos de espécies do nosso planeta em diferentes épocas.

História evolutiva da vida e os períodos geológicos



Dados adaptados para fins didáticos de: PURVES, W.; SADAVA, D.; ORIANI, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Tradução Anapaula Somers Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 380 e 381.

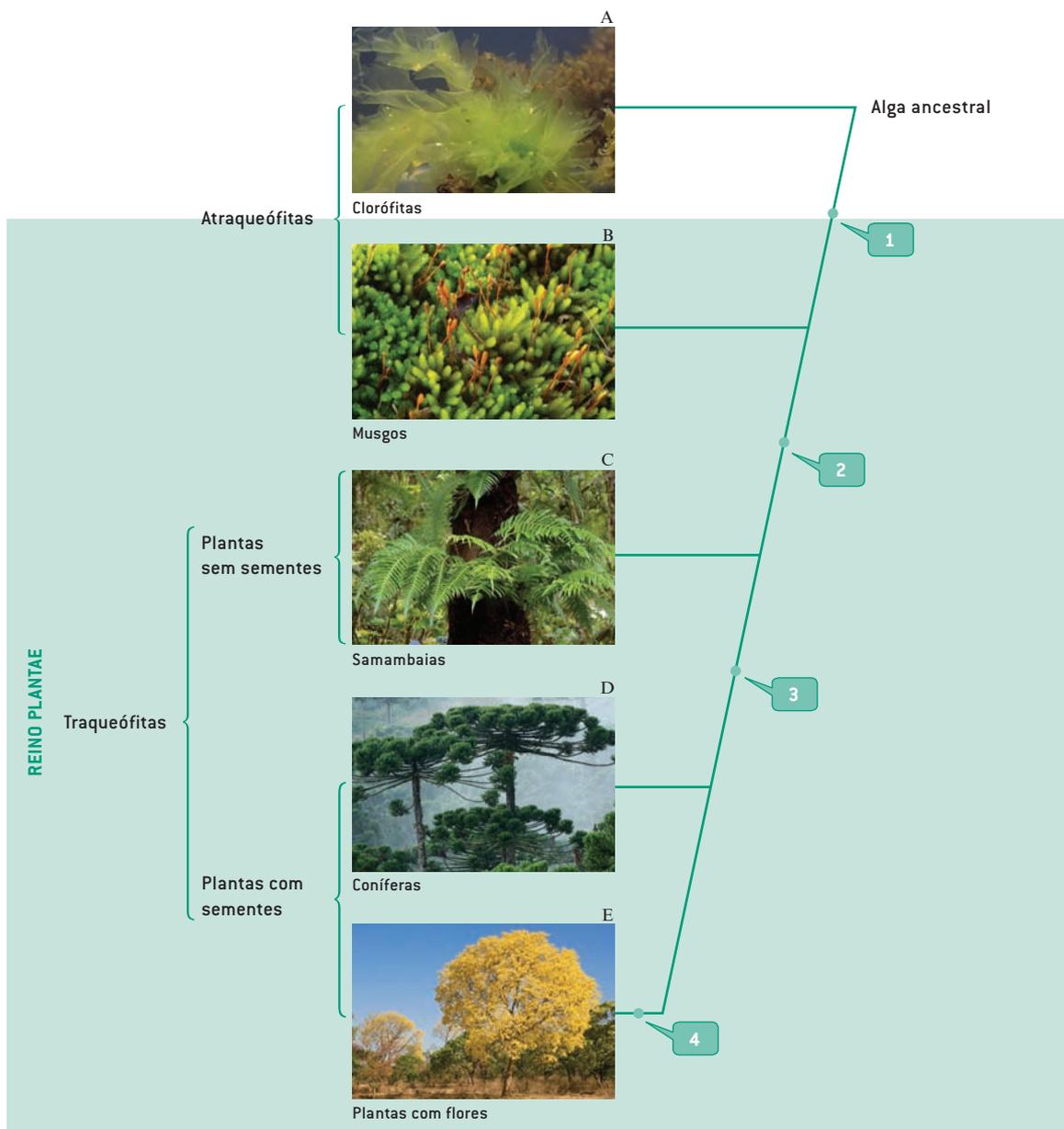


LIÇÃO DE CASA

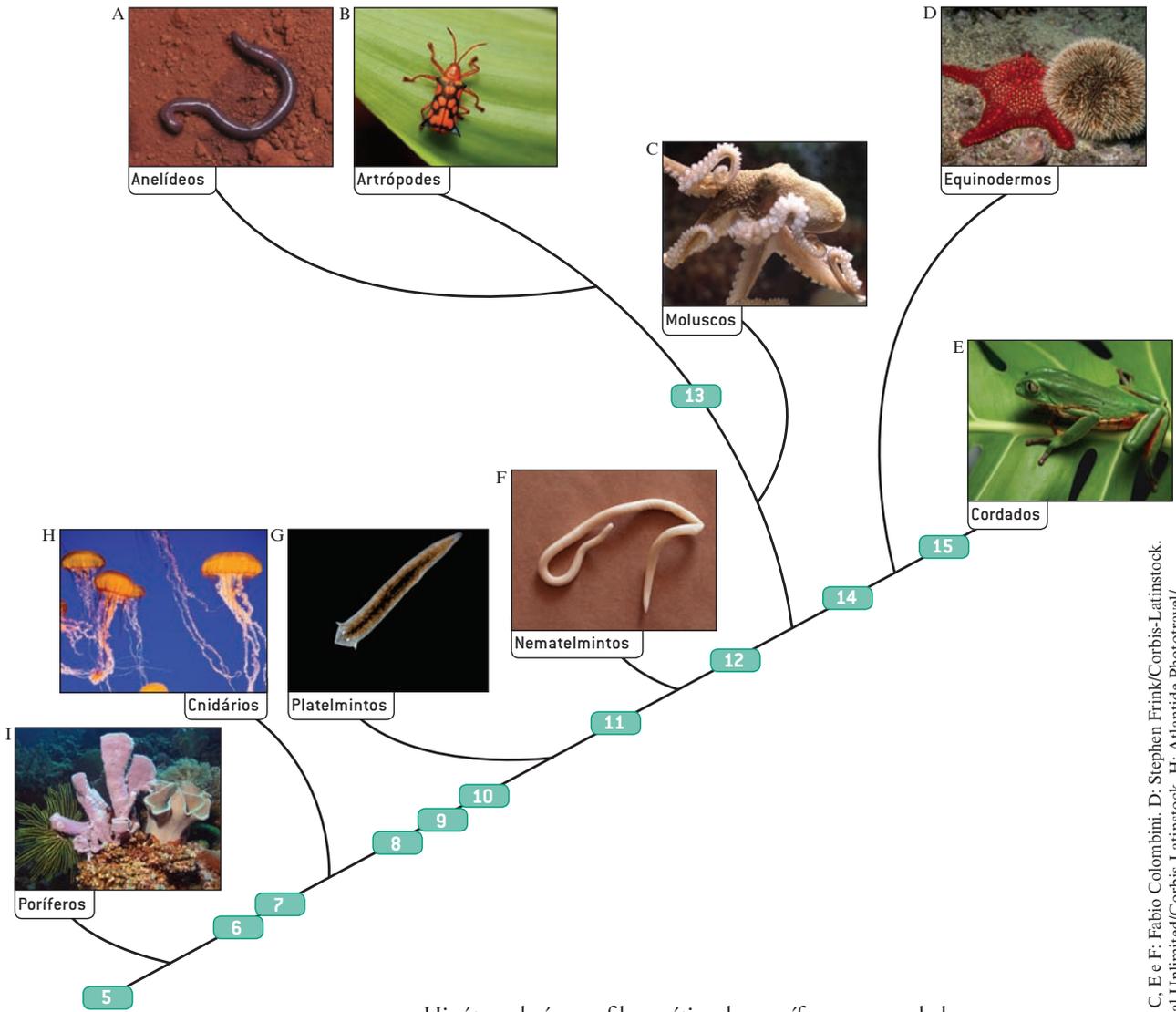


Interpretando esquemas

Os esquemas a seguir representam a história da descendência de um grupo de organismos e de seu ancestral e foram discutidos no volume 1. As árvores a seguir representam filogenias simples. Relacione os esquemas abaixo com o infográfico da atividade anterior e depois responda às questões que seguem.



Hipótese de árvore filogenética das algas às plantas.



Hipótese de árvore filogenética dos poríferos aos cordados.

© A, B, C, E e F: Fabio Colombini. D: Stephen Frink/Corbis-Latinstock. G: Visual Unlimited/Corbis-Latinstock. H: Atlântide Phototravel/Corbis-Latinstock. I: Andre Seale/Pulsar Imagens



Dica!

Caso você tenha dúvidas sobre os conceitos utilizados durante a atividade, pesquise em livros didáticos ou na internet o significado dos termos desconhecidos e organize um glossário em seu caderno.

1. O quadro a seguir apresenta várias novidades evolutivas. Nas filogenias dos esquemas anteriores, os números indicam as inovações de um grupo em relação a outro. Escreva as novidades evolutivas do quadro ao lado dos números destacados na filogenia das plantas e dos animais.



- Plantas: embriões protegidos; plantas com sementes; traqueídes (tecido vascular verdadeiro); flores; carpelos e endosperma triploide.
- Animais: metameria, multicelularidade; diblásticos; triblásticos; protostomia; deuterostomia; simetria bilateral; celoma; pseudoceloma; notocorda; tecidos verdadeiros.

2. Identifique e explique as novidades evolutivas que permitiram a passagem das plantas do ambiente aquático para o terrestre.

3. Identifique e explique as novidades evolutivas que permitiram a passagem dos animais não vertebrados para o ambiente terrestre.

4. Compare os esquemas desta atividade com o esquema resultante da evolução dos palitos. Apon-
te semelhanças e diferenças.



PESQUISA INDIVIDUAL

1. Siga as orientações de seu professor e pesquise em livros didáticos ou na internet as caracterís-
ticas adaptativas de uma determinada classe de cordados.



2. Seu professor vai orientá-lo a se reunir com colegas que tenham realizado a pesquisa sobre as classes de cordados. Exponha sua pesquisa à classe, ouça e registre a pesquisa dos colegas. Durante a exposição, você deve identificar quais as novidades evolutivas que permitiram a passagem dos cordados para o ambiente terrestre. Registre o resultado em seu caderno.
3. Suponha que a história da vida fosse um filme que exibisse todas as transformações que ocorreram nas espécies. Se pudéssemos voltar esse filme para o início e recomeçar a história da vida na Terra, o filme se repetiria ou seria diferente? Converse com seus colegas a respeito. Registre suas conclusões em seu caderno.



PARA SABER MAIS

Museu de zoologia e exposições sobre seres vivos

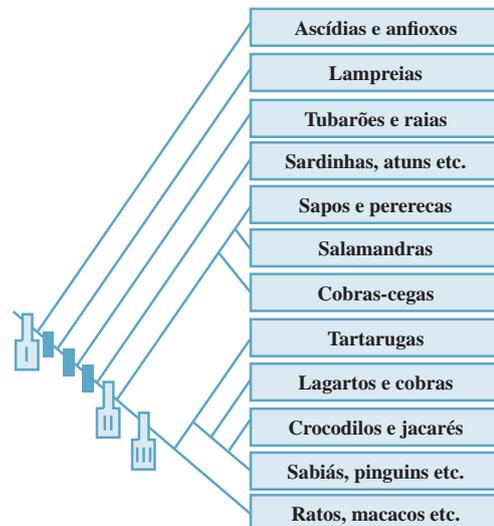
Caso tenha oportunidade, visite o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP), na cidade de São Paulo. Lá está em cartaz uma exposição de longa duração: *Pesquisa em Zoologia – a biodiversidade sob o olhar do zoólogo*. Essa exposição apresenta animais e seus ambientes, e a história dos animais na Terra, com conceitos da Biogeografia e da evolução. Para mais informações, consulte o *site*: <<http://www.mz.usp.br>>. Endereço: Avenida Nazaré, 481. Ipiranga, São Paulo-SP. Tel: (11) 2065-8100. Tel. Fax: (11) 2065-8115.



VOCÊ APRENDEU?

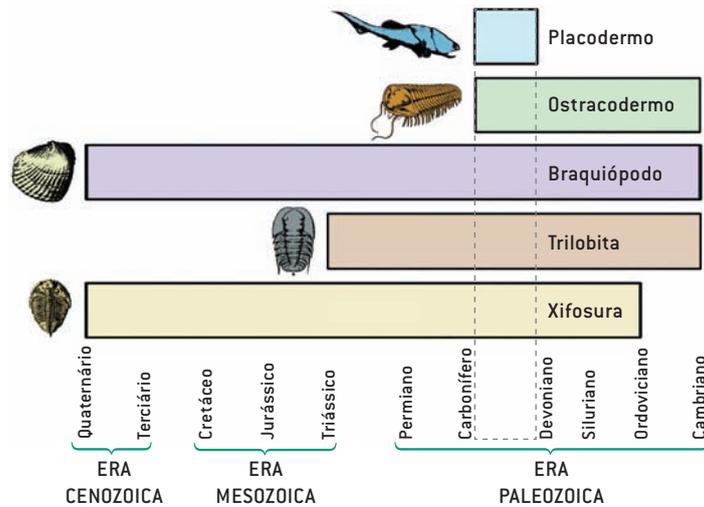


1. (Comvest/Vestibular Unicamp–2003) A figura ao lado representa uma árvore filogenética do filo Chordata. Cada retângulo entre os ramos representa o surgimento de novidades evolutivas compartilhadas por todos os grupos dos ramos acima dele.
 - a) O retângulo I indica, portanto, que todos os cordados apresentam caracteres em comum. Cite dois desses caracteres.



- b) Cite uma novidade evolutiva que ocorreu no retângulo II e uma que ocorreu no retângulo III. Explique por que cada uma delas foi importante para a irradiação dos cordados.

2. (Enem – 2005) 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.



© Conexão Editorial

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:

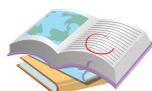
- xifosura, grupo muito antigo, associado a outros animais.
 - trilobita, grupo típico da era Paleozoica.
 - braquiópodo, grupo de maior distribuição geológica.
 - ostracodermo, grupo de peixes que só aparece até o Devoniano.
 - placodermo, grupo que só existiu no Devoniano.
3. (Fuvest – 1999) Considere os seguintes eventos evolutivos:
- Extinção dos dinossauros.
 - Origem das plantas gimnospermas.
 - Origem da espécie humana.

Qual das alternativas indica a ordem temporal correta em que esses eventos aconteceram?

- a) I, II, III.
- b) I, III, II.
- c) II, I, III.
- d) II, III, I.
- e) III, I, II.



VOCÊ APRENDEU?



Leitura e Análise de Texto

As cinco teorias de Darwin

Drauzio Varella

Exceção feita à Bíblia, nenhum livro influenciou mais a filosofia do homem moderno quanto *A origem das espécies*, de Charles Darwin.

Até sua publicação, em 1859, o pensamento científico não oferecia alternativa à visão religiosa; ao contrário, era inseparável dela: o Criador havia estabelecido as leis que regem o Universo e criado todas as formas de vida na Terra num único dia.

Numa época em que a cultura ocidental entendia ser o homem criado à imagem e semelhança de Deus, é possível imaginar a agitação intelectual causada pela ideia de que a vida na Terra seguia um fluxo contínuo de evolução, resultado da competição pela sobrevivência que, geração após geração, se encarrega de eliminar os menos adaptados? E, pior, esquecer o sopro divino e admitir que a espécie humana pertence à ordem de primatas como chimpanzés, micos ou gorilas!

Darwin era um observador tão criterioso e as conclusões que tirou foram tão primorosas que os avanços científicos dos últimos 150 anos só fizeram comprovar o acerto de suas ideias. Da anatomia dos dinossauros ao capricho microscópico das proteínas que se dobram dentro de nossas células, todos os fenômenos biológicos obedecem à lei da seleção natural.

Na verdade, Charles Darwin e Alfred Wallace, trabalhando independentemente, descobriram um mecanismo universal, uma lei que rege não apenas a vida entre nós, mas a que porventura exista ou venha a existir em qualquer canto do Universo.

Qual a razão pela qual pessoas que aceitam com naturalidade o fato de a Terra girar ao redor do Sol ainda hoje rejeitem os ensinamentos de Darwin?

Ernst Mayr, considerado “o Darwin do século 20”, atribui essa dificuldade ao desconhecimento de que a teoria de Darwin não é única, mas pode ser decomposta em pelo menos cinco outras:

1. Teoria do ascendente comum. Na viagem às Ilhas Galápagos, Darwin verificou que o formato do bico de três espécies de pássaros locais sugeria serem eles descendentes de um ancestral que habitava o continente. Ciente de que a evolução não cria mecanismos particulares para qualquer espécie, entendeu que esse ancestral devia descender de outro: “Todas as nossas plantas e nossos animais descendem de algum ser no qual a vida surgiu antes”. Nenhuma das teorias de Darwin foi aceita com tanto entusiasmo como esta, porque dava sentido à semelhança entre os seres vivos, à distribuição geográfica de certas espécies e à anatomia comparada. Um século mais tarde, ao demonstrar que os genes das bactérias são quimicamente iguais aos das plantas, dos fungos ou dos vertebrados, a Biologia molecular ofereceu a prova definitiva de que todos os organismos complexos descendem de seres unicelulares.
2. Teoria da evolução como tal. Segundo ela, o mundo não se encontra em equilíbrio estático, as espécies se transformam no decorrer do tempo. A existência dos fósseis e as diferenças entre o organismo dos dinossauros e o das aves, únicos dinossauros sobreviventes à extinção, ilustram com clareza o que chamamos de evolução das espécies.
3. Gradualismo. As transformações evolucionistas ocorrem gradualmente, nunca aos saltos. Para explicar como as espécies em nossa volta estão muito bem adaptadas às condições atuais, Darwin encontrou apenas duas alternativas: teriam sido obra da onipotência de um Criador ou evoluído gradualmente segundo um processo lento de adaptação: “Como a seleção natural age somente através do acúmulo de sucessivas variações favoráveis à sobrevivência, não pode produzir grandes nem súbitas modificações; ela deve exercer sua ação em passos lentos e vagarosos”.
4. Teoria da multiplicação das espécies. Calcula-se que existam de 5 a 10 milhões de espécies de animais e de 1 a 2 milhões de espécies de plantas. Darwin passou a vida atrás de uma explicação para tamanha biodiversidade e propôs pela primeira vez o conceito de que a localização geográfica seria responsável pelo surgimento das espécies. Embora mereça esse crédito, Darwin não foi capaz de perceber com clareza a importância do isolamento geográfico no aparecimento de espécies novas. (...)
5. Teoria da seleção natural. Foi o conceito filosófico mais revolucionário desde a Grécia antiga. Segundo Darwin, a seleção natural é resultado da existência da variabilidade genética, que assegura não existirem dois indivíduos exatamente idênticos, em qualquer espécie. Como consequência da vida num planeta com recursos limitados, a competição pela sobrevivência se encarregará de eliminar os mais fracos.

A seleção natural varreu o determinismo que dominou a Biologia desde a Antiguidade, segundo o qual cada espécie existiria para atender a determinada necessidade. Só então foi possível abandonar interpretações sobrenaturais para explicar o mundo orgânico.

A seleção natural é um mecanismo universal inexorável, alheio a qualquer finalidade, imprevisível como a própria vida.

VARELLA, Drauzio. As cinco teorias de Darwin. *Folha de S.Paulo*, 6 ago. 2005. Disponível em: <<http://www.drauziovarella.com.br/Content/Show/432>>. Acesso em: 4 mai. 2010.



Agora responda às questões:

1. Grife no texto o significado de evolução biológica. Cite duas evidências do processo evolutivo.

2. De acordo com o texto, “a seleção natural varreu de vez o determinismo que dominou a Biologia desde a Antiguidade, segundo o qual cada espécie existiria para atender a determinada necessidade”.

a) O que é seleção natural? Como a seleção natural atua?

b) A mutação é um dos principais fatores evolutivos. Por quê?

3. Darwin e Wallace não foram capazes de perceber o papel do isolamento reprodutivo no aparecimento de uma nova espécie. Explique como o isolamento reprodutivo favorece a diversificação das espécies.



Leitura e Análise de Texto

Os textos a seguir foram selecionados para enriquecer seus estudos sobre alguns temas abordados neste Caderno. Boa leitura!

Aparelhos imitam condições de fossas termais

Experimento reproduz composto essencial para o surgimento da vida.

Isabel Gerhard

(...) Pesquisadores dos EUA reproduziram as condições químicas das fossas hidrotermais (aberturas no fundo dos oceanos, ricas em enxofre) e obtiveram um composto essen-



cial para os seres vivos, o ácido pirúvico. Ele é produto da quebra de açúcares e funciona como substrato para produção de energia nas células.

Os resultados da investigação da Carnegie Institution são mais um suporte para a teoria de que a vida surgiu em águas quentes e sulfurosas no fundo do mar. Em junho desse ano [2000], cientistas já haviam noticiado a descoberta de fósseis de micro-organismos com 3,2 bilhões de anos em fossas hidrotermais na Austrália.

Onde a vida começou, quais as condições da Terra desse período e qual foi a primeira entidade capaz de se reproduzir são questões ainda não respondidas pela Ciência sobre a origem da vida. (...)

Procurando proteção

[Stanley] Miller [cientista norte-americano] acredita que a vida tenha surgido na superfície do planeta, em lagoas junto à praia, formadas pelo recuo das marés. Mas a Terra devia ser atingida por muitos meteoros nesse período, o que tornaria a superfície um ambiente inóspito para a vida. As fossas hidrotermais, no fundo do oceano, poderiam oferecer as condições ideais de formação e proteção, segundo alguns pesquisadores. (...)

O trabalho dos cientistas norte-americanos, que produziram ácido pirúvico nas condições de temperatura e pressão das fossas hidrotermais, fecha o ciclo das reações químicas que devem ocorrer nesse ambiente para a produção de uma molécula que possa ter originado a vida, o peptídeo (um tipo de proteína pequena e sem estrutura definida). (...)

GERHARD, Isabel. Experimento reproduz composto essencial para surgimento da vida. *Folha de S.Paulo*, 25 ago. 2000.

O surgimento do Sistema Solar e a origem da vida

Eliana Collucci

(...) Existem várias hipóteses sobre os ambientes químicos em que teriam surgido os primeiros monômeros e polímeros, compostos de alto peso molecular formados pela união de estruturas químicas básicas, que são capazes de replicação. A existência de água liquefeita é determinante para a geração e a manutenção das formas de vida que conhecemos hoje.

Os fósseis são restos do processo de mineralização que transforma matéria viva em rocha. Geralmente, apenas porções mais duráveis, tais como ossos e conchas, são conservadas em fósseis, mas, em circunstâncias especiais, outras estruturas, como tecidos e vasos sanguíneos, podem ser preservadas. Os fósseis mais antigos que conhecemos – datados de 3,6 bilhões de anos – foram encontrados na década de 1950 em formações rochosas da África do Sul e da Austrália e são semelhantes às cianobactérias, que ainda hoje podemos observar na costa australiana. Pesquisas recentes detectaram atividade biológica em rochas encontradas na Groenlândia, indicando que a vida na Terra pode ter se originado em períodos ainda mais antigos, há cerca de 3,8 bilhões de anos.

COLLUCCI, Eliana. Biologia: O surgimento do Sistema Solar e a origem da vida. *Folha de S.Paulo*, 12 set. 2002.

Fósseis viram piso em *shoppings* paulistas

Reinaldo José Lopes

Os fósseis mais antigos do Brasil são pisoteados diariamente por várias centenas de pessoas. Não se trata, porém, de mais um caso de desrespeito ao patrimônio: os restos pré-históricos fazem parte do mármore que pavimenta dois shoppings de São Paulo e registram a existência de bactérias por aqui há 2 bilhões de anos.

A rigor, os resquícios, conhecidos como estromatólitos, não são as próprias bactérias, mas resultam da ação delas. (...)

Os estromatólitos ali datam do Paleoproterozoico, uma era na qual grandes quantidades de oxigênio foram injetadas na atmosfera da Terra pela primeira vez.

Por trás dessa grande mudança, estão justamente organismos como os que criaram as estruturas laminadas vistas hoje no mármore dos *shoppings*. As cianobactérias são micróbios muito simples, com um papel geoquímico vital: elas usam a luz do sol para “alimentar” seu metabolismo e, como subproduto, liberam oxigênio.

“Elas formavam uma colônia, cuja existência dependia da luz e de um ambiente de praia”, explica o geólogo Willian Salum Filho, do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Em grego, “estromatólito” quer dizer algo como “tapete de pedra”, e uma olhada mais atenta nas estruturas ajuda a explicar o porquê.

As cianobactérias usavam o substrato debaixo da água rasa para se multiplicar, formando uma espécie de tapete microbiano, cheio de muco. Partículas que flutuam na água e o carbonato de cálcio dissolvido nela tendem a ser capturados por esse limo, afundando quando os micro-organismos morrem. Novas gerações bacterianas voltam a crescer por cima desse sedimento, formando nova lâmina de crescimento. Esse processo, repetido ao longo de milhões de anos, deu origem a verdadeiras colunas de calcário, criadas pela ação das bactérias. [...]

LOPES, Reinaldo José. Fósseis viram piso em *shoppings* paulistas. *Folha de S. Paulo*, 14 abr. 2006.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....



PARA SABER MAIS

Livros

- ATTENBOROUGH, David. *A vida na Terra*. São Paulo: Martins, 1990. O livro aborda a origem da vida no planeta Terra, bem como a evolução das espécies.
- GEWANDSZNAJDER, Fernando; CAPOZZOLI, Ulisses. *Origem e história da vida*. 8. ed. São Paulo: Ática, 1998. (Coleção De Olho na Ciência). Livro paradidático que reúne uma série de imagens que podem ser utilizadas para pesquisa.
- HELENE, Maria Elisa Marcondes; MARCONDES, Beatriz. *Evolução e biodiversidade: o que nós temos com isso?* São Paulo: Scipione, 1996. (Série Ponto de Apoio). Livro paradidático que, tendo a biodiversidade como fio condutor, aborda a questão ambiental de forma atual.
- SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. *Evolução*. Rio de Janeiro: Global, 2001. (Ciência Hoje na Escola, v. 9.).
- SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA. *Geologia*. Rio de Janeiro: Global, 2001. (Ciência Hoje na Escola, v. 10.).
- WILSON, Edward O. *A diversidade da vida*. São Paulo: Companhia das Letras, 1994. Este livro aborda as diversas formas de vida no planeta Terra.