

Traduzido de *Understanding Evolution*, com permissão.
("Misconceptions about Evolution." *Understanding Evolution*.
University of California Museum of Paleontology. 22
August 2008 <[http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/
misconceptions_faq.php](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/misconceptions_faq.php)>.)

1. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE A TEORIA DA EVOLUÇÃO E PROCESSOS EVOLUTIVOS

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução é uma teoria sobre a origem da vida

CORRECÇÃO: De facto, a teoria da evolução inclui ideias e evidências relacionadas com a origem da vida (por exemplo, se ocorreu ou não próximo de uma fonte hidrotermal oceânica, a grande profundidade; que molécula orgânica surgiu primeiro; etc.) mas este não é o tópico central da teoria da evolução. A maior parte dos biólogos evolutivos estuda a forma como a vida terá mudado depois da sua origem. Independentemente de como a vida começou, depois ramificou-se e diversificou-se; a maior parte dos estudos sobre evolução focam-se nesses processos.

CONCEPÇÃO ERRADA: A teoria da evolução implica que a vida tenha evoluído (e continue a evoluir) de forma aleatória ou ao acaso

CORRECÇÃO: A sorte e o acaso influenciam a evolução e a história da vida de maneiras muito diferentes; no entanto, alguns mecanismos evolutivos importantes são não-aleatórios e estes tornam todo o processo não-aleatório. Por exemplo, considere-se o processo de selecção natural, que resulta em adaptações - características dos organismos que parecem adequar-se ao ambiente em que ele vive (por exemplo, a adequação entre a flor e o seu polinizador, a coordenação da resposta imunitária contra agentes patogénicos e a capacidade de ecolocalização dos morcegos). Estas incríveis adaptações claramente não aconteceram “por acaso”. Elas evoluíram através de uma combinação de processos aleatórios e não-aleatórios. O processo de mutação, que gera variação genética, é aleatório, mas a selecção é não-aleatória. A selecção favoreceu variantes mais capazes de sobreviver e de se reproduzirem (por ex., para ser polinizado, para se defender de agentes patogénicos ou para se orientar no escuro). Ao longo de muitas gerações de mutações aleatórias e selecção não-aleatória, evoluíram adaptações complexas. Dizer que a evolução acontece “por acaso” é ignorar metade da história.

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução resulta no progresso; através da evolução, os organismos estão continuamente a aperfeiçoar-se

CORRECÇÃO: Um importante mecanismo evolutivo, a selecção natural, resulta na evolução de aptidões de sobrevivência e reprodução melhoradas; no entanto, isto não significa que a evolução é progressiva - por variadas razões. Primeiro, conforme descrito na correcção da concepção errada “A selecção natural produz organismos que estão perfeitamente adaptados ao seu ambiente”, a selecção natural não produz organismos perfeitamente

adaptados ao seu ambiente. Muitas vezes permite a sobrevivência de indivíduos com uma pluralidade de características - indivíduos que são “suficientemente bons” para sobreviver. Logo, não são sempre necessárias alterações evolutivas para que uma espécie persista. Muitos taxa (como musgos, fungos, tubarões, didelfimorfos [mamíferos marsupiais americanos, da ordem Didelphimorphia] ou lagostins) mudaram pouco fisicamente ao longo de grandes extensões de tempo. Segundo, há outros mecanismos evolutivos que não causam alterações adaptativas. Mutações, migração e deriva genética podem levar a que populações evoluam de maneiras que são largamente prejudiciais ou que as torna menos adaptadas ao seu ambiente. Por exemplo, a população Africander da África do Sul tem uma frequência anormalmente elevada do variante genético que causa a doença de Huntington porque este terá aumentado em frequências, por deriva genética, à medida que a população cresceu a partir de uma pequena população fundadora. Finalmente, a noção de “progresso” não faz sentido quando falamos de evolução. Alterações climáticas, mudanças de caudais de rios, invasões de novos competidores - e um organismo com uma característica que é benéfica numa situação pode estar mal equipado para sobreviver quando o ambiente muda. E mesmo que nos focássemos num único ambiente e habitat, a ideia de como medir o “progresso” é enviesada pela perspectiva do observador. Da perspectiva de uma planta, a melhor medida de progresso pode ser a capacidade de realizar a fotossíntese; de uma aranha, pode ser a eficiência de um sistema de transferência de veneno; de um humano, a capacidade cognitiva.

É tentador ver a evolução como uma grande escada progressiva, com o *Homo sapiens* a emergir no seu topo. Mas a evolução produz uma árvore, não uma escada - e nós somos apenas um de muitos ramos nessa árvore.

CONCEPÇÃO ERRADA: Os organismos podem evoluir durante o seu tempo de vida

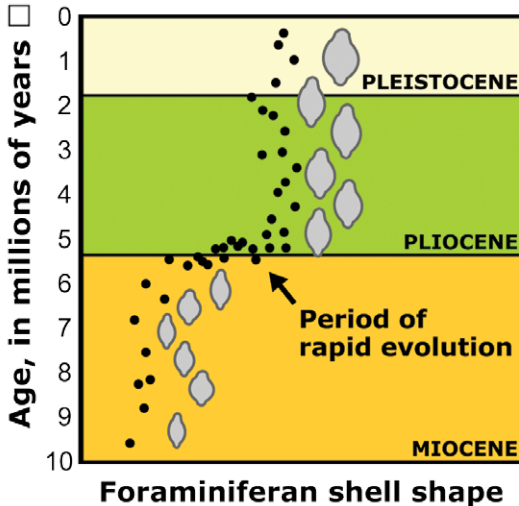
CORRECÇÃO: A definição de alterações evolutivas baseia-se em alterações no património genético das populações ao longo do tempo. São as populações, e não os indivíduos, que mudam. Alterações que ocorrem num indivíduo durante o seu tempo de vida podem ser de desenvolvimento (por exemplo, um macho de uma ave a quem cresce uma plumagem mais colorida quando atinge a maturação sexual) ou podem ser causadas pela forma como o ambiente afecta um organismo (por exemplo, uma ave que perde penas porque está infectada por parasitas); no entanto, estas mudanças não são causadas por alterações nos genes.

Apesar de ser útil haver uma forma das alterações ambientais causarem alterações adaptativas nos nossos genes - quem não gostaria de ter um variante genético de resistência à malária quando fosse de férias para

Moçambique? - a evolução não funciona dessa forma. Novos variantes genéticos (ou seja, alelos) são produzidos por mutações aleatórias e, ao longo de muitas gerações, a selecção natural pode favorecer variantes vantajosos, levando a que estes se tornem mais comuns na população.

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução apenas ocorre de forma lenta e gradual

CORRECÇÃO: A evolução ocorre de forma lenta e gradual mas também pode ocorrer rapidamente. Temos vários exemplos de evolução lenta e gradual - por exemplo, a evolução gradual das baleias a partir do seu mamífero terrestre ancestral, como documentado no registo fóssil. Mas também sabemos de muitos casos em que a evolução ocorreu rapidamente. Por exemplo, temos um registo fóssil detalhado que mostra como algumas espécies de organismos unicelulares, chamados foraminídeos, evoluíram novas formas num piscar de olhos geológico, como se mostra abaixo.



eixo do y: anos, em milhares de anos; eixo do x: forma da concha de foraminídeos; seta: período de evolução rápida

Da mesma forma, podemos observar episódios de evolução rápida a acontecer ao nosso redor todo o tempo. Ao longo dos últimos 50 anos, observámos esquilos a evoluir novas épocas reprodutivas em resposta a alterações climáticas, uma espécie de peixe a evoluir resistência a toxinas despejadas ilegalmente no rio Hudson, nos Estados Unidos da América, e uma série de micróbios a evoluir resistência a novos medicamentos que desenvolvemos. Diversos factores podem favorecer a evolução rápida - populações de pequeno tamanho, tempos de geração curtos, grandes mudanças nas condições ambientais - e as evidências deixam claro que isto já aconteceu várias vezes.

CONCEPÇÃO ERRADA: Porque a evolução é lenta, os seres humanos não conseguem influenciar

CORRECÇÃO: Como foi descrito na correcção da concepção errada “A evolução apenas ocorre de forma lenta e gradual”, a evolução por vezes ocorre de forma rápida. E uma vez que os seres humanos muitas vezes causam grandes alterações no ambiente, somos frequentemente os instigadores da evolução de outros organismos.

Alguns exemplos de evolução causada por acções humanas incluem casos em que: i) várias espécies evoluíram devido às alterações climáticas; ii) populações de peixes evoluíram devido às nossas práticas pesqueira; iii) insectos, como percevejos, ou pestes agrícolas evoluíram resistências aos nossos pesticidas; iv) bactérias, o vírus HIV, parasitas que provocam malária e células cancerígenas evoluíram resistências aos nossos fármacos.

CONCEPÇÃO ERRADA: A deriva genética ocorre apenas em populações pequenas

CORRECÇÃO: A deriva genética tem um efeito maior em populações pequenas mas o processo ocorre em todas as populações - grandes ou pequenas. A deriva genética ocorre porque, devido ao acaso, os indivíduos que se reproduzem podem não representar exactamente o património genético de toda a população. Por exemplo, numa geração de uma população de ratos de cativeiro, os indivíduos de pêlo castanho podem reproduzir-se mais do que os indivíduos de pêlo branco, fazendo com que a versão do gene que codifica o pêlo castanho aumente de frequência na população - não porque beneficia sobrevivências mas apenas devido ao acaso. O mesmo processo ocorre em populações grandes: alguns indivíduos podem ter sorte e deixar muitas cópias dos seus genes na geração seguintes enquanto outros podem ter azar e deixar menos cópias. Isto faz com que a frequência de diferentes versões de um gene sofra flutuações (“derive”) de geração para geração. No entanto, em populações grandes, as alterações das frequências das diferentes versões de um gene, de geração para geração, tende a ser pequena enquanto em populações pequenas estas alterações podem ser maiores.

Independentemente do seu impacto ser maior ou menor, a deriva genética ocorre sempre, em todas as populações. É igualmente importante ter em atenção que a deriva genética actua ao mesmo tempo que outros mecanismos evolutivos, como a selecção natural ou a migração.

CONCEPÇÃO ERRADA: Os seres humanos não estão a evoluir

CORRECÇÃO: Actualmente, os seres humanos são capazes de modificar o ambiente com tecnologia. Inventámos tratamentos médicos, práticas agrícolas e estruturas económicas que alteram significativamente os

desafios da reprodução e sobrevivência que enfrentamos. Por isso, por exemplo, porque conseguimos tratar a diabetes com insulina, nos países desenvolvidos a versão genética que contribui para a diabetes juvenil já não está sob a forte influência da selecção negativa (ou seja, já não é fortemente seleccionada para desaparecer). Alguns argumentaram que tais avanços tecnológicos significam que optámos por nos excluirmos do jogo da evolução e nos colocámos fora do alcance da selecção natural – essencialmente, que parámos de evoluir. No entanto, não é este o caso. Os seres humanos ainda enfrentam desafios à sobrevivência e à reprodução só que não são os mesmos de há 20 mil anos. A direcção, mas não o facto da nossa evolução, mudou. Por exemplo, os humanos modernos que vivem em áreas densamente povoadas enfrentam maiores riscos de doenças epidémicas que os nossos ancestrais caçadores-recolectores (que, no seu dia-a-dia, nunca contactaram de forma próxima com tantas pessoas) – e esta situação favorece a disseminação de versões genéticas que nos protegem destas doenças.

Os cientistas descobriram muitos destes casos de evolução humana recente. No blogue “Um livro sobre evolução” encontra ligações para saber mais sobre: i) a evidência genética sobre evolução humana recente; ii) a recente evolução de adaptações que permitem que seres humanos consigam viver em altitudes elevadas; iii) a evolução recente de traços genéticos humanos que protegem da malária; iv) a evolução recente da tolerância à lactose em humanos.

CONCEPÇÃO ERRADA: As espécies são entidades naturais distintas, com uma definição clara, e que são facilmente identificáveis por qualquer pessoa

CORRECÇÃO: Muitos estão familiarizados com o conceito biológico de espécie, que define uma espécie como um grupo de indivíduos que real ou potencialmente acasalam na natureza. Esta definição pode parecer exacta e lógica - e para muitos organismos (por exemplo, mamíferos) funciona bem - mas em inúmeros outros casos é difícil de aplicar. Por exemplo, muitas bactérias reproduzem-se assexuadamente. Nestes casos, como se pode aplicar o conceito biológico de espécie? Muitas plantas e alguns animais produzem híbridos na natureza, mesmo se maioritariamente se cruzem com indivíduos do seu próprio grupo. Deverão os grupos que ocasionalmente hibridizam em áreas específicas ser considerados a mesma espécie ou espécies distintas?

O conceito de espécie é confuso porque os humanos inventaram este conceito para facilitar a compreensão da diversidade do mundo natural. É difícil de aplicar porque o termo espécie reflecte a nossa tentativa de dar nomes discretos a diferentes partes da árvore da vida – que não é nada discreta, mas sim uma teia da vida contínua, ligada desde as suas raízes até às suas folhas.

2. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE SELECÇÃO NATURAL E ADAPTAÇÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: Selecção natural implica que os organismos se tentam adaptar

CORRECÇÃO: A selecção natural leva à adaptação das espécies ao longo do tempo mas esse processo não envolve esforços, tentativas ou vontades. A selecção natural resulta naturalmente da variação genética de uma população e do facto de alguns desses variantes poderem ser capazes de deixar mais descendentes na geração seguinte do que outros variantes. Essa variação genética é gerada por mutações aleatórias - um processo que não é afectado pelo que os organismos de uma população querem ou o que estão a “tentar” fazer. Ou um indivíduo tem alelos que são suficientemente bons para a sua sobrevivência e reprodução ou não tem; não pode obter os alelos certos “tentando”. Por exemplo, as bactérias não evoluem resistências aos nossos antibióticos porque “tentam” muito. Em vez disso, as resistências evoluem porque mutações aleatórias por acaso produzem indivíduos que são mais capazes de sobreviver ao antibiótico e esses indivíduos conseguem reproduzir-se mais que outros, deixando mais bactérias resistentes.

CONCEPÇÃO ERRADA: A selecção natural dá aos organismos o que eles precisam

CORRECÇÃO: A selecção natural não tem qualquer intenção ou sentido; não pode prever o que uma espécie ou um indivíduo “precisa”. A selecção actua sobre a variação genética de uma população e esta variação genética é gerada por mutação aleatória - um processo que não é afectado pelo que os organismos de uma população precisam. Se por acaso uma população tem variação genética que permite que alguns indivíduos sobrevivam a um desafio melhor que outros, ou se reproduzam mais, então esses indivíduos vão ter mais descendentes na geração seguinte e a população vai evoluir. Se essa variação genética não existir na população, a população pode sobreviver na mesma (mas não evolui por selecção natural) ou pode desaparecer. Mas a selecção natural não lhe vai dar o que “precisa”.

CONCEPÇÃO ERRADA: Os seres humanos não podem ter impactos negativos nos ecossistemas porque as espécies irão evoluir de acordo com o que precisam para sobreviver

CORRECÇÃO: Tal como descrito na concepção errada anterior, “A selecção natural dá aos organismos o que eles precisam”, a selecção natural não dá automaticamente aos indivíduos as características que estes “precisam” para

sobreviver. Claro que algumas espécies podem ter características que lhes permitem um maior sucesso sob certas condições de alterações ambientais provocadas pelos humanos mas outras poderão não as ter e extinguirem-se. Se uma população ou espécie não tiver a variação genética certa, não irá evoluir em resposta às alterações ambientais provocadas pelos humanos, independentemente dessas alterações serem causadas por poluentes, mudanças climáticas, invasões do habitat ou outros factores. Por exemplo, à medida que as mudanças climáticas fazem com que os glaciares do Oceano Ártico se tornem mais finos e derretam cada vez mais cedo, os ursos polares têm mais dificuldade em obter alimentação. Se as populações de urso polar não tiverem variação genética que permita que alguns indivíduos aproveitem as oportunidades de caça que não dependem dos blocos de gelo oceânico, este animal pode extinguir-se no estado selvagem.

CONCEPÇÃO ERRADA: A selecção natural actua para beneficiar as espécies

CORRECÇÃO: Quando ouvimos falar sobre altruísmo na natureza (por exemplo, os golfinhos gastarem energias a tomar conta de um indivíduo doente ou um suricata a avisar outros da aproximação de um predador, ainda que isso coloque o indivíduo que dá o alarme em risco extra) é tentador pensar que esses comportamentos apareceram por selecção natural que favorece a sobrevivência das espécies - que a selecção natural promove comportamentos que são bons para a espécie, como um todo, mesmo que sejam desfavoráveis ou coloquem em risco indivíduos da população. No entanto, esta impressão está incorrecta. A selecção natural não antecipa nem tem intenções. Simplesmente selecciona indivíduos de uma população, favorecendo características que permitem que os indivíduos sobrevivam e se reproduzam mais, produzindo mais cópias dos genes desses indivíduos na geração seguinte. De facto, teoreticamente uma característica que é vantajosa para o indivíduo (por exemplo, ser um predador eficiente) pode tornar-se cada vez mais frequente e acabar por conduzir à extinção de toda a população (por exemplo, se a predação eficiente na verdade fizer com que se extinga toda a população de presas, deixando os predadores sem fonte de alimentação).

Então qual é a explicação que a evolução dá para o altruísmo se este não existe para benefício das espécies? Esses comportamentos podem evoluir de muitas maneiras. Por exemplo, se as acções altruístas são “pagas” noutras alturas, este tipo de comportamento pode ser favorecido pela selecção natural. De forma similar, se o comportamento altruísta aumentar a sobrevivência e a reprodução de um parente próximo do indivíduo (que é igualmente susceptível de ter os mesmos variantes genéticos para o altruísmo), este comportamento pode-se disseminar pela população via selecção natural.

Estudantes avançados de biologia evolutiva poderão ter interesse em saber que a selecção actua a diferentes níveis e que, em certas circunstâncias, a selecção ao nível da espécie pode ocorrer. No entanto, é importante lembrar que mesmo neste caso a selecção não tem nenhuma previsão e não está a “apontar” para qualquer resultado; simplesmente favorece as unidades reprodutivas que são melhores a deixar cópias de si na geração seguinte.

CONCEPÇÃO ERRADA: Numa população, os organismos mais aptos são aqueles que são mais fortes, saudáveis, rápidos e/ou maiores

CORRECÇÃO: Em termos evolutivos, aptidão tem um significado diferente do significado quotidiano da palavra. A aptidão evolutiva de um organismo não diz nada sobre a sua saúde mas antes sobre a sua capacidade de passar os seus genes para a geração seguinte. Quanto mais descendentes férteis um organismo deixar, mais apto é. Isto não se correlaciona necessariamente com força, velocidade ou tamanho. Por exemplo, um macho franzino de uma espécie de ave com penas da cauda brilhantes pode deixar mais descendentes que um macho forte mas mais escuro e uma planta frágil com grandes vagens cheias de sementes pode deixar mais descendentes que um espécime maior - o que significa que a ave franzina e a planta frágil têm mais aptidão evolutiva que os seus iguais mais fortes e maiores.

CONCEPÇÃO ERRADA: A selecção natural é a sobrevivência dos organismos mais aptos numa população

CORRECÇÃO: Embora a “sobrevivência dos mais aptos” seja o lema da selecção natural, a “sobrevivência do suficientemente apto” é mais correcto. Na maior parte das populações, organismos com variações genéticas diferentes sobrevivem, reproduzem-se e deixam descendentes que transportam os seus genes para a geração seguinte. Não são apenas aqueles um ou dois indivíduos “melhores” que passam os seus genes para a geração seguinte. Isto é visível em populações ao nosso redor: por exemplo, uma planta pode não ter os alelos para florescer durante uma seca ou um predador pode não ser suficientemente rápido para conseguir apanhar uma presa sempre que tem fome. Estes indivíduos podem não ser os “mais aptos” da população mas são “suficientemente aptos” para se reproduzirem e passar os seus genes à geração seguinte.

CONCEPÇÃO ERRADA: A selecção natural produz organismos que estão perfeitamente adaptados ao seu ambiente

CORRECÇÃO: A selecção natural não é toda-poderosa. Há várias razões para a selecção natural não poder produzir características “perfeitamente construídas”. Por exemplo, os seres vivos são feitos de características que resultam de um conjunto complicado de concessões - mudando uma

característica para melhor pode significar uma mudança de outra para pior (por exemplo, uma ave com a plumagem da cauda “perfeita” para atrair parceiros pode ser particularmente vulnerável a predadores, por causa da sua longa cauda). E, claro, porque os organismos surgiram a partir de histórias evolutivas complexas (e não de um processo planejado ou de design), o seu futuro evolutivo está muitas vezes condicionado por características que já evoluíram. Por exemplo, mesmo que fosse vantajoso para um insecto desenvolver-se de outra forma que não através de mudas, esta alteração simplesmente não poderia acontecer porque a muda faz parte da composição genética dos insectos em vários níveis.

CONCEPÇÃO ERRADA: Todas as características de um organismo são adaptações

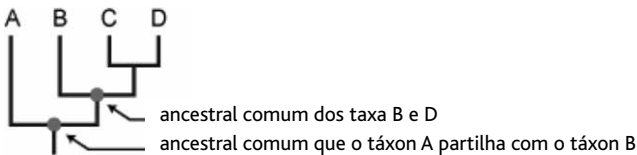
CORRECÇÃO: Uma vez que os seres vivos têm adaptações tão impressionantes (camuflagens incríveis, truques para caçar presas, flores que atraem apenas os polinizadores certos, etc.), é tentador assumir que todas as características dos organismos têm que ser de algum modo adaptativas - reparar algo num organismo e automaticamente questionar: “Para que servirá aquilo?”. Enquanto algumas características são adaptativas, é importante lembrar que muitas não são adaptações. Algumas podem ser o resultado casual da história. Por exemplo, a sequência de bases GGC codifica o aminoácido glicina simplesmente porque essa foi a forma como começou por acontecer - e foi essa a forma que herdámos do nosso ancestral comum. Não há nada de especial na relação entre GGC e glicina. É apenas um acidente histórico que se manteve.

Outras características podem ser o resultado secundário de outras características. Por exemplo, a cor do sangue não é adaptativa. Não há qualquer razão que suporte que ter o sangue vermelho seja melhor que ter o sangue verde ou azul. O vermelho do sangue é um resultado secundário da sua química, que o faz reflectir a luz vermelha. A química do sangue pode ser uma adaptação mas a cor do sangue não é uma adaptação.

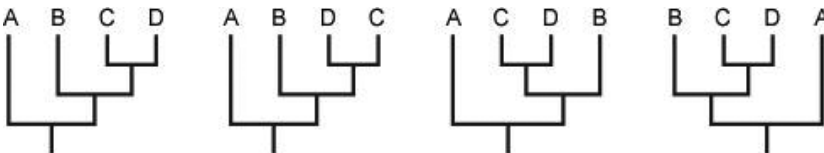
3. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE ÁRVORES EVOLUTIVAS

CONCEPÇÃO ERRADA: Taxa que são adjacentes nas pontas de uma filogenia são mais próximos entre si do que com qualquer outro taxa em pontas mais distantes da filogenia

CORRECCÃO: Numa filogenia, a informação sobre o parentesco é representada pelo padrão de ramificação e não pela ordem dos taxa nas pontas da árvore. Organismos que partilham um ponto de ramificação mais recente (ou seja, um ancestral comum mais recente) são parentes mais próximos que organismos ligados por um ponto de ramificação mais antigo (ou seja, um que está mais próximo da raiz da árvore). Por exemplo, na árvore representada abaixo, o táxon A está adjacente ao B e mais distante do C e do D. No entanto, o táxon A é igualmente próximo dos taxa B, C e D. O ancestral/ponto de ramificação partilhado por A e B é o mesmo que o ancestral/ponto de ramificação partilhado por A e C, assim como por A e D. De forma idêntica, o táxon B está adjacente ao táxon A mas o táxon B é na verdade mais próximo do táxon D porque os taxa B e D partilham um ancestral comum mais recente (marcado na árvore abaixo) que os taxa B e A.



Pode ajudar lembrar que o mesmo conjunto de relações pode ser representado de muitas maneiras diferentes. As seguintes filogenias são equivalentes. Apesar de cada filogenia abaixo ter uma ordem diferente de taxa nas pontas da árvore, cada uma representa o mesmo padrão de ramificação. Numa filogenia, a informação está contida no padrão de ramificação e não na ordem dos taxa nas pontas da árvore.

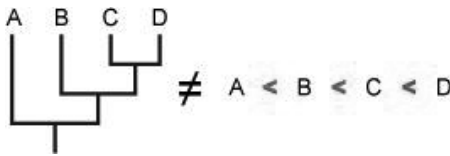


CONCEPÇÃO ERRADA: Taxa que aparecem perto da ponta ou no lado direito da filogenia são mais avançados que os outros organismos na árvore

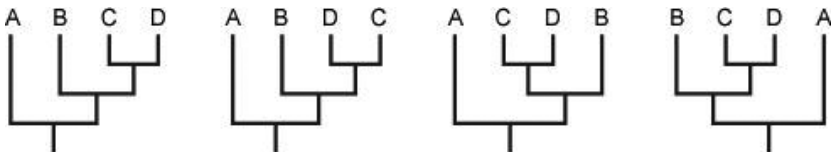
CORRECCÃO: Esta concepção errada engloba dois equívocos distintos. Primeiro, num contexto evolutivo, termos como “primitivo” e “avançado”

não se aplicam pois referem-se a julgamentos de valor que não têm lugar na ciência. Uma forma de uma característica pode ser *ancestral* de uma outra forma, mais *derivada*, mas dizer que uma é primitiva e a outra avançada implica dizer que a evolução envolve progresso - o que não é o caso. Para mais detalhes, veja a concepção errada sobre este tópico (“A evolução resulta no progresso; através da evolução, os organismos estão continuamente a aperfeiçoar-se”).

Segundo, a posição de um organismo numa filogenia apenas indica a sua relação com outros organismos e não quão adaptativas ou especializadas ou extremas as suas características são. Por exemplo, na árvore abaixo, o táxon D pode ser mais ou menos especializado que os taxa A, B e C.

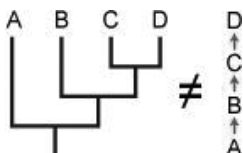


Pode ajudar lembrar que o mesmo conjunto de relações pode ser representado de muitas maneiras diferentes. Numa filogenia, a informação está contida no padrão de ramificação e não na ordem dos taxa nas pontas da árvore. As seguintes filogenias são equivalentes mas têm taxa diferentes localizados no lado direito da filogenia. Não há qualquer relação entre a ordem dos taxa nas pontas da filogenia e características evolutivas que podem ser consideradas “avançadas”.

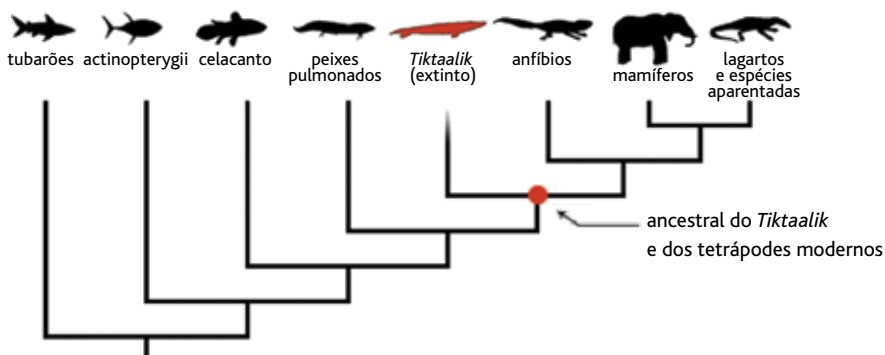


CONCEPÇÃO ERRADA: Taxa que aparecem perto da base ou no lado esquerdo da filogenia representam os ancestrais dos outros organismos na árvore

CORREÇÃO: Nas filogenias, as formas ancestrais são representadas por ramos e pontos de ramificação e não nas pontas da árvore. As pontas da árvore (independentemente de onde se localizam - topo, base, direita ou esquerda) representam os descendentes e a árvore representa as relações entre esses descendentes. Na filogenia abaixo, o táxon A é primo dos taxa B, C e D - não o seu ancestral.

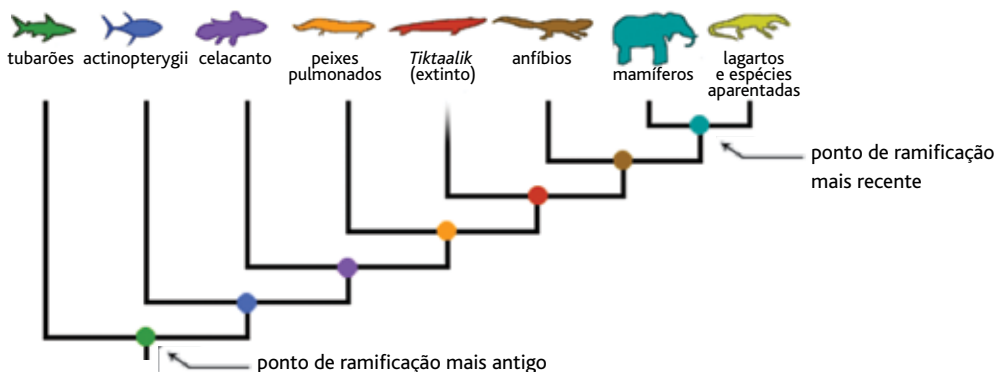


Isto é verdade mesmo que o organismo apresentado na filogenia esteja extinto. Por exemplo, *Tiktaalik* (apresentado na filogenia abaixo) é um organismo extinto, semelhante a um peixe e parente próximo do ancestral dos anfíbios, mamíferos e lagartos modernos. Apesar do *Tiktaalik* estar extinto, não é uma forma ancestral e por isso é representado na ponta da filogenia e não como um ramo ou nó. O verdadeiro ancestral do *Tiktaalik*, assim como dos anfíbios, mamíferos e lagartos modernos, está representado na filogenia abaixo.



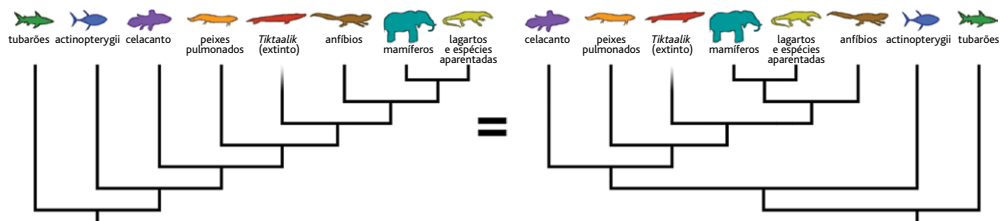
CONCEPÇÃO ERRADA: Taxa que aparecem perto da base ou no lado esquerdo da filogenia evoluíram mais cedo do que os outros taxa da árvore

CORREÇÃO: Numa filogenia, é a ordem dos pontos de ramificação desde a raiz até à ponta que indica a ordem pela qual clados diferentes se separam uns dos outros - não a ordem dos taxa nas pontas da filogenia. Na filogenia abaixo, os pontos de ramificação mais antigo e mais recente estão marcados.



Normalmente, as filogenias são representadas de modo a que os taxa com os ramos mais compridos apareçam na base ou no lado esquerdo da filogenia (como no caso da filogenia em cima). Estes clados estão ligados à filogenia pelo ponto de ramificação mais interior e *de facto* divergiram

primeiro dos outros da filogenia. No entanto, é importante lembrar que o mesmo conjunto de características pode ser representado por filogenias com diferentes ordem dos taxa nas pontas e que os taxa com ramos mais longos não são sempre posicionados perto da esquerda ou da base da filogenia (como mostrado abaixo).

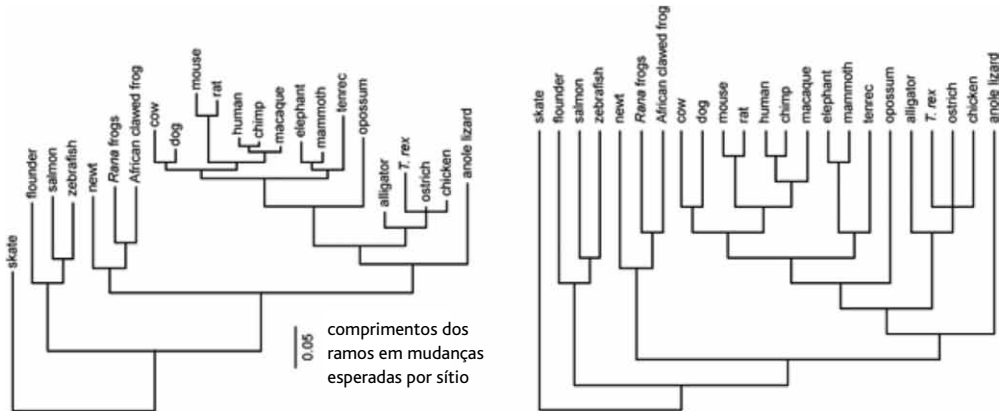


É também importante ter presente que uma quantidade substancial de mudanças evolutivas pode ter ocorrido numa linhagem depois de ela ter divergido de outras linhagens próximas. Isto significa que características que associamos a estes taxa que actualmente apresentam ramos longos podem ter evoluído apenas muito depois de estes serem linhagens distintas. Para mais informação sobre este tema, veja a concepção errada seguinte.

CONCEPÇÃO ERRADA: Numa filogenia, um braço longo indica que o táxon mudou pouco desde que divergiu de outros taxa

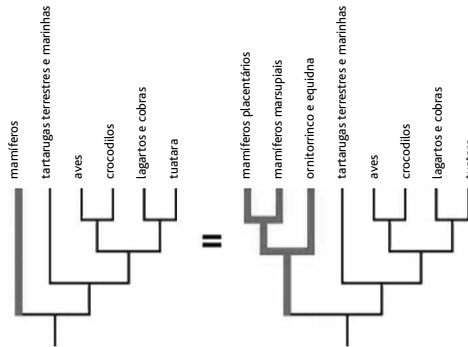
CORRECÇÃO: Em muitas das filogenias que aparecem nos livros de estudo e na imprensa popular, o comprimento do ramo não indica nada sobre a quantidade de mudanças evolutivas que ocorreram ao longo desse ramo. O comprimento dos ramos normalmente não significa nada e é apenas uma função da ordem da ramificação na árvore. No entanto, estudantes mais avançados podem estar interessados em saber que em filogenias mais avançadas, onde o comprimento dos ramos *realmente* tem significado, um ramo mais comprido normalmente indica ou um maior período de tempo desde que o táxon se separou dos restantes organismos na árvore ou *mais* mudanças evolutivas numa linhagem! Este tipo de filogenias podem ser normalmente identificadas ou por uma escala ou pelo facto de os taxa representados não se alinharem numa coluna ou linha.

Na filogenia da esquerda, em baixo, cada comprimento de um ramo corresponde ao número de mudanças de aminoácidos que evoluíram numa proteína ao longo desse ramo. Nos ramos mais compridos, a proteína colagénio parece ter experimentado mais alterações evolutivas que nos ramos mais curtos. A filogenia à direita ilustra as mesmas relações mas, nesta filogenia, o comprimento dos ramos não tem significado - notar a falta da escala e no alinhamento de todos os taxa.



O equívoco de que um táxon num ramo curto sofreu poucas mudanças evolutivas provavelmente surgiu em parte por causa da forma como as filogenias são construídas. Muitas filogenias são construídas usando um grupo externo (*outgroup*, em inglês) - um táxon que não pertence ao grupo de interesse. Por vezes um grupo externo particular é escolhido porque se pensa que tem características em comum com o ancestral do clado de interesse. O grupo externo normalmente fica posicionado perto da parte de baixo ou do lado esquerdo da filogenia e é apresentado sem qualquer dos seus parentes próximos - o que faz com que o ramo do grupo externo seja longo. Isto significa que os organismos que se julga terem características em comum com o ancestral de um clado são muitas vezes apresentados nas filogenias com ramos compridos. É importante ter em mente que isto é um artefacto e que não há uma relação entre ramos compridos e poucas mudanças evolutivas.

Pode ajudar lembrar que muitas vezes ramos longos podem tornar-se mais curtos simplesmente por se adicionar mais taxa à filogenia. Por exemplo, a filogenia à esquerda, abaixo, foca-se nas relações entre répteis e, consequentemente, os mamíferos aparecem com um ramo longo. No entanto, se simplesmente se incluírem mais detalhes sobre as relações entre mamíferos (como se mostra à direita, abaixo), nenhum táxon na filogenia tem um ramo particularmente longo. As duas filogenias estão correctas; a da direita simplesmente mostra mais detalhes sobre as relações entre mamíferos.



4. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE GENÉTICA POPULACIONAL

CONCEPÇÃO ERRADA: Cada característica é influenciada por um *locus* do tipo Mendeliano

CORREÇÃO: Antes de aprender as características complexas ou quantitativa, os alunos geralmente aprendem as características mendelianas simples, controladas por um único *locus* - por exemplo, ervilhas redondas ou enrugadas, flores roxas ou brancas, vagens verdes ou amarelas, etc. Infelizmente, os alunos podem supor que *todas* as características seguem este modelo simples, o que não é o caso. Tanto as características quantitativas (por exemplo, altura) e qualitativas (por exemplo, a cor dos olhos) podem ser influenciadas por múltiplos *loci* e estes *loci* podem interagir uns com os outros, podendo não seguir as regras simples de dominância mendeliana. Em termos de evolução, esse equívoco pode ser problemático quando os alunos estão a aprender o equilíbrio de Hardy-Weinberg e genética de populações. Os estudantes podem precisar de ser frequentemente lembrados de que as características podem ser influenciadas por mais de um *locus* e que estes *loci* podem não envolver a dominância simples.

CONCEPÇÃO ERRADA: Cada *locus* tem apenas dois alelos

CORREÇÃO: Antes de aprender as características complexas, os alunos geralmente aprendem os sistemas simples de genética, nos quais apenas dois alelos influenciam um fenótipo. Porque os estudantes podem não ter feito as ligações entre a genética mendeliana e a estrutura molecular

do ADN, podem não perceber que muitos alelos diferentes podem estar presentes num *locus* e assim podem assumir que todas as características são influenciadas por apenas dois alelos. Este equívoco pode ser reforçado pelo facto de que os estudantes geralmente se concentram em sistemas genéticos diploídes e pelo uso de letras maiúsculas e minúsculas para representar alelos. A utilização de letras acima da linha do texto para indicar diferentes alelos de um *locus* (bem como lembrar frequentemente que os *loci* podem ter mais do que dois alelos) pode ajudar a corrigir este equívoco.

5. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE A TEORIA DA EVOLUÇÃO E SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução não é ciência porque não pode ser observada ou testada

CORRECÇÃO: Este equívoco engloba duas ideias incorrectas: i) que toda a ciência depende de experiências laboratoriais controladas, e ii) que a evolução não pode ser estudada usando essas experiências. Primeiro, muitas investigações científicas não envolvem experiências ou observações directas. Os astrónomos não podem ter estrelas nas suas mãos e os geólogos não podem recuar no tempo, mas ambos os cientistas podem aprender muito sobre o universo através da observação ou da comparação. Do mesmo modo, os biólogos evolutivos podem testar as suas ideias sobre a história da vida na Terra fazendo observações no mundo real. Segundo, apesar de não podermos realizar uma experiência que nos diga como foi que a linhagem dos dinossauros radiou, *podemos* estudar muitos aspectos da evolução com experiências controladas, num laboratório. Em organismos com tempos entre gerações curtos (exemplo: bactérias ou moscas da fruta), podemos mesmo observar a evolução em acção no decorrer de uma experiência. E, em alguns casos, os biólogos observaram a evolução a ocorrer na natureza.

Para aprender mais sobre evolução rápida na natureza, veja as ligações indicadas no blogue “Um livro sobre evolução” sobre: i) alterações climáticas; ii) evolução de peixes resistentes ao PCB; iii) o perfil de um investigador sobre a evolução do tamanho dos peixes devido às nossas práticas de pesca.

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução é “apenas” uma teoria

CORRECÇÃO: Esta concepção errada deriva de uma confusão entre o uso

casual e científico da palavra *teoria*. Na linguagem do dia-a-dia, *teoria* é muitas vezes usado como sinónimo para um palpite com pouco suporte dado pela evidência. Por outro lado, as teorias científicas são explicações abrangentes para uma ampla gama de fenómenos. Para ser aceite pela comunidade científica, uma teoria tem que ser fortemente suportada por várias linhas diferentes de evidências. A evolução é uma teoria científica bem suportada e amplamente aceite; não é “apenas” um palpite.

CONCEPÇÃO ERRADA: A teoria da evolução é inválida porque é incompleta e não consegue dar uma explicação completa para a biodiversidade que observamos à nossa volta

CORRECÇÃO: Este equívoco decorre de uma má compreensão da natureza das teorias científicas. *Todas* as teorias científicas (da teoria da evolução à teoria atómica) são trabalhos em progresso. À medida que novas provas se descobrem e novas ideias se desenvolvem, a nossa compreensão de como funciona o mundo muda, assim como também mudam as teorias científicas. Apesar de não sabemos tudo o que há para saber sobre a evolução (ou sobre qualquer outra disciplina científica), sabemos muito sobre a história de vida, o padrão de ramificação de linhagens ao longo do tempo e os mecanismos que causaram essas mudanças. E iremos aprender mais no futuro. A teoria da evolução, como qualquer outra teoria científica, ainda não explica tudo o que observamos no mundo natural. No entanto, a teoria da evolução ajuda-nos a compreender uma grande variedade de observações (do aparecimento de bactérias resistentes a antibióticos até à semelhança física entre polinizadores e suas flores preferidas), faz previsões precisas em novas situações (por exemplo, que o tratamento de pacientes de SIDA com um conjunto de medicamentos deve retardar a evolução do vírus), e provou estar correcta uma e outra vez em milhares de experiências e estudos observacionais. Até à data, a evolução é a única explicação bem suportada para a diversidade da vida.

CONCEPÇÃO ERRADA: As falhas no registo fóssil refutam a evolução

CORRECÇÃO: Apesar de ser verdade que há falhas no registo fóssil, isto não constitui evidência contra a teoria da evolução. Os cientistas avaliam as hipóteses e as teorias fazendo previsões sobre o que esperamos observar se uma determinada ideia for verdadeira e, depois, verificando se essas expectativas se confirmam. Se a teoria da evolução for verdadeira, então esperamos ver formas de transição ligando espécies antigas com os seus antepassados e os seus descendentes. Esta expectativa foi confirmada. Os paleontólogos *encontraram* vários fósseis com características de transição e novos fósseis estão continuamente a ser descobertos. No entanto, se a teoria da evolução for verdadeira, não esperamos que *todas* essas formas estejam

preservadas no registo fóssil. Muitos organismos não têm partes do corpo que fossilizam bem, as condições ambientais para formar bons fósseis são raras e, claro, apenas se descobriu uma pequena percentagem dos fósseis que estarão preservados na Terra. Por isso, os cientistas *esperam* que para muitas transições evolutivas haja falhas no registo fóssil.

6. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE A ACEITAÇÃO DA EVOLUÇÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: A teoria da evolução tem falhas mas os cientistas não o admitem

CORRECÇÃO: Os cientistas estudaram as supostas “falhas” que os grupos anti-evolução afirmam que existem e não encontraram qualquer suporte para essas afirmações. Essas “falhas” baseiam-se em incompreensões sobre a teoria da evolução ou deturpações de evidências. À medida que os cientistas reúnem novas provas e novas perspectivas emergem, a teoria da evolução continua a ser aperfeiçoada; mas isto não significa que a teoria tem falhas. A ciência é um projecto competitivo e os cientistas estariam ansiosos para estudar e corrigir “falhas” na teoria da evolução, se estas existissem.

Para saber mais sobre como a teoria da evolução muda, veja as concepções erradas sobre este tópico (“A teoria da evolução é inválida porque é incompleta e não consegue dar uma explicação completa para a biodiversidade que observamos à nossa volta”).

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução é uma teoria em crise e está a colapsar à medida que os cientistas perdem crédito nela

CORRECÇÃO: A teoria da evolução não está em crise; os cientistas aceitam a evolução como a melhor explicação para a diversidade da vida por causa das múltiplas linhas de evidências que a suportam, o seu vasto poder para explicar fenómenos biológicos e a sua capacidade de fazer previsões precisas numa grande variedade de situações. Os cientistas não debatem sobre *se* a evolução aconteceu mas debatem vários detalhes sobre *como* a evolução ocorreu e ocorre em diferentes circunstâncias. Os anti-evolucionistas podem ouvir debates sobre *como* a evolução ocorre e interpretá-los erradamente como debates sobre *se* a evolução ocorreu. A evolução é uma ciência rigorosa e é tratada como tal por cientistas e académicos de todo o mundo.

CONCEPÇÃO ERRADA: A maior parte dos biólogos rejeitou o Darwinismo e já não concordam com as ideias desenvolvidas por Darwin e Wallace

CORRECÇÃO: É verdade que aprendemos muito desde o tempo de Darwin.

Hoje compreendemos as bases genéticas da herança das características, podemos datar muitos eventos no registo fóssil até algumas centenas de milhares de anos e podemos estudar a forma como a evolução moldou o desenvolvimento a um nível molecular. Estes avanços - que Darwin dificilmente poderia ter imaginado - expandiram a teoria da evolução e tornaram-na mais poderosa; no entanto, não derrubaram os princípios básicos formulados por Darwin e Wallace, de evolução por selecção natural e ancestralidade comum, simplesmente lhes adicionaram conhecimento. É importante ter em mente que a elaboração, modificação e expansão de teorias científicas é uma parte normal do processo da ciência.

Para saber mais sobre como a teoria da evolução muda, veja as concepções erradas sobre este tópico (“A teoria da evolução é inválida porque é incompleta e não consegue dar uma explicação completa para a biodiversidade que observamos à nossa volta”).

7. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE AS IMPLICAÇÕES DA EVOLUÇÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: A teoria da evolução leva a comportamentos imorais

CORRECÇÃO: A teoria da evolução não faz considerações éticas sobre o certo e o errado. Algumas pessoas interpretam mal o facto de a evolução ter moldado o comportamento animal (incluindo o comportamento humano) como suporte da ideia de que qualquer comportamento “natural” é um comportamento “certo”. Não é esse o caso. Cabe-nos a nós, enquanto sociedade e indivíduos, decidir o que é um comportamento ético e moral. A evolução simplesmente nos ajuda a compreender como a vida se alterou e se continua a alterar ao longo do tempo - e não nos diz se esse processo ou os seus resultados são “certos” ou “errados”. Além disso, muitas pessoas acreditam erradamente que a evolução e a fé religiosa são incompatíveis e por isso assumem que aceitar a teoria da evolução encoraja comportamentos imorais. Nenhum dos casos está correcto.

Para saber mais sobre este tópico, ler a concepção errada “A teoria da evolução e a religião são incompatíveis”.

CONCEPÇÃO ERRADA: A evolução suporta a ideia de “o poder faz a razão” (da expressão em inglês “*might makes right*”) e racionaliza a opressão de algumas pessoas por outras

CORRECÇÃO: No século IXX e início do século XX, apareceu uma filosofia chamada Darwinismo Social. Esta filosofia surgiu de uma tentativa equivocada de aplicar à sociedade as lições sobre a evolução biológica.

O Darwinismo Social sugere que a sociedade deve permitir que os fracos e menos aptos falhem e morram e que esta é uma política boa e moralmente correcta. Supostamente, o mecanismo de evolução por selecção natural serviu de suporte para estas ideias. Preconceitos pré-existentes foram justificados pela noção de que nações colonizadas, pessoas pobres ou minorias desfavorecidas deverão ter merecido a sua situação porque eram “menos aptos” do que aqueles que estavam em melhor situação. Neste caso, a ciência foi mal aplicada para promover uma agenda social e política. No entanto, enquanto o Darwinismo Social como orientação política e social tem sido amplamente rejeitado, a ideia científica de evolução biológica tem resistido ao teste do tempo.

CONCEPÇÃO ERRADA: Se se ensinar aos estudantes que eles são animais, eles ir-se-ão comportar como animais

CORRECÇÃO: Uma parte da teoria da evolução inclui a noção de que todos os organismos na Terra são aparentados. A linhagem humana é um pequeno galho na árvore da vida que representa todos os animais. Isto significa que, no sentido biológico, os humanos *são* animais. Partilhamos características anatómicas, bioquímicas e comportamentais com outros animais. Por exemplo, nós, humanos, tomamos conta dos nossos jovens, formamos grupos cooperativos e comunicamos uns com os outros tal como muitos outros animais. E, claro, cada linhagem animal tem características comportamentais que são únicas. Nesse sentido, seres humanos agem como seres humanos, lesmas agem como lesmas, esquilos como esquilos. É improvável que as crianças, após saberem que estão ligados a todos os outros animais, se comecem a comportar como medusas ou texugos.

8. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE EVOLUÇÃO E RELIGIÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: A teoria da evolução e a religião são incompatíveis

CORRECÇÃO: Por causa de alguns indivíduos e grupos que declaram de forma persuasiva as suas crenças, é fácil ter a impressão de que a ciência (o que inclui a teoria da evolução) e a religião estão em guerra; no entanto, a noção de que temos sempre que escolher entre ciência e religião é incorrecta. Pessoas com diferentes fés e níveis de conhecimento científico não vêem qualquer contradição entre ciência e religião. Para muitas destas pessoas, a ciência e a religião simplesmente lidam com diferentes domínios. A ciência lida com causas naturais para fenómenos naturais e a religião lida com crenças que estão além do mundo natural. Claro que algumas crenças religiosas contradizem explicitamente a ciência (por exemplo, a crença de que o mundo e todas as formas de vida foram criadas em seis dias literais *de facto* entra em conflito com a teoria da evolução); no entanto, a maioria dos grupos religiosos não têm qualquer conflito com a teoria da evolução ou outras descobertas científicas. Na realidade, muitas pessoas religiosas, incluindo teólogos, sentem que um maior conhecimento da natureza até enriquece a sua fé. Além disso, na comunidade científica há milhares de cientistas que são religiosos devotos e que também aceitam a evolução.

9. CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE O ENSINO DA EVOLUÇÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: Os professores devem ensinar “os dois lados” do tema da evolução e deixar os estudantes decidir - ou dar tempo igual para o evolucionismo e o criacionismo

CORRECÇÃO: Quando os dois “lados” não são iguais não tem sentido dar tempo igual. A religião e a ciência são actividades muito diferentes e os pontos de vista religiosos não pertencem a uma aula de ciência. Nas aulas de ciência, os estudantes têm a oportunidade de discutir os méritos dos argumentos e da evidência no âmbito da ciência. Por exemplo, os estudantes podem querer investigar e discutir exactamente quando foi que o ramo das aves apareceu na árvore da vida: se antes dos dinossauros ou a partir do

clado dos dinossauros. Em contraste, um debate que coloque um conceito científico contra uma crença religiosa não tem lugar numa aula de ciência e sugere de forma errada que é preciso “escolher” entre os dois. O argumento da “justiça” tem sido usado por grupos que tentam inculcar as suas crenças religiosas nos programas científicos.

Para saber mais sobre a noção de que a evolução e a religião não precisam ser incompatíveis, veja a concepção errada “A teoria da evolução e a religião são incompatíveis”.

CONCEPÇÃO ERRADA: A própria teoria da evolução é religiosa e portanto exigir que os professores ensinem evolução dá prioridade a uma religião em detrimento das restantes e viola a liberdade de expressão (viola a primeira emenda, no original)

CORRECÇÃO: Este argumento falacioso baseia-se na noção de que evolução e religião são essencialmente a mesma coisa, já que ambas são “sistemas de crenças”. Esta noção é simplesmente incorrecta. A crença nas ideias religiosas baseia-se na fé e a religião lida com tópicos para além do domínio do mundo natural. A aceitação de ideias científicas (como a evolução) baseia-se em evidências do mundo natural e a ciência limita-se a estudar os fenómenos e processos do mundo natural. Ciência e religião são claramente diferentes e a promoção de doutrinas religiosas não é permitida nas aulas de ciência.

Nos Estados Unidos da América, várias decisões judiciais decidiram favoravelmente sobre o ensino da teoria da evolução; para informações adicionais sobre decisões judiciais significativas relacionadas com o ensino da evolução, visite a ligação que se encontra no blogue “Um livro sobre evolução”.

10. OUTRAS CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE EVOLUÇÃO

CONCEPÇÃO ERRADA: Os seres vivos adaptam-se às condições ambientais

CORRECÇÃO: Tal como se explicou acima, na concepção errada “Seleção natural implica que os organismos se tentam adaptar”, não são os seres vivos que deliberadamente se adaptam às condições ambientais; é o seu património genético que lhes permite, ou não, adaptarem-se às condições ambientais. Assim, se um indivíduo tem determinados variantes genéticos, ou alelos, que lhe confere uma maior capacidade de sobrevivência e

reprodução no meio ambiente onde vive, então esse indivíduo estará melhor adaptado a esse meio.

CONCEPÇÃO ERRADA: Os órgãos vestigiais são órgãos atrofiados

CORRECÇÃO: Entende-se por órgão (ou estrutura) vestigial um órgão que perdeu a função original, aquela para a qual evoluiu. Estes órgãos representam vestígios de uma história evolutiva comum entre dois organismos e são, por esse motivo, considerados como uma evidência da evolução. Embora muitos órgãos vestigiais sejam de facto órgãos atrofiados e sem qualquer função aparente, como o apêndice humano ou as asas do kakapo, há muitos exemplos de órgãos vestigiais que mantiveram a sua forma e utilidade, como no caso das asas das avestruzes. Neste último caso, as asas perderam a função original, o voo, mas são importantes para o equilíbrio, defesa e reprodução destas aves.

CONCEPÇÃO ERRADA: A partir de um mesmo ancestral, devido à diferença entre os indivíduos, ocorre divergência entre os organismos que colonizam diferentes habitats

CORRECÇÃO: A unidade mais pequena da evolução é a população, não o indivíduo. Conforme explicado acima, na concepção errada “Os organismos podem evoluir durante o seu tempo de vida”, a evolução decorre das diferenças entre o património genético entre populações e este património genético é construído pela ocorrência de mutações aleatórias. Se indivíduos de uma população colonizam diferentes habitats, formando duas novas populações, podemos esperar que, ao longo do tempo, as frequências alélicas de ambas se alterem de forma diferente. Esta diferença pode dever-se a aumentos ou diminuições da frequência ou à perda de variantes genéticas que já existiam na população ancestral e à provável ocorrência de mutações específicas de cada uma das novas populações, fazendo com que um novo variante surja numa das populações mas não na outra. A alteração das frequências dos variantes genéticos partilhados, a perda aleatória desses variantes e o acumular de novos variantes levam à divergência entre as novas populações.

Em resumo, a divergência entre populações de habitats diferentes é esperada porque ao longo de várias gerações se prevê que ocorra uma acumulação de diferenças entre estas e não devido à diferença entre indivíduos da população ancestral (diversidade intra-específica).

CONCEPÇÃO ERRADA: Qualquer interferência dos seres humanos sobre outros seres vivos é selecção artificial

CORRECÇÃO: Selecção artificial ocorre quando o ser humano interfere nos cruzamentos entre indivíduos de forma a aumentar a frequência de

uma determinada característica com interesse, conduzindo à evolução de organismos domesticados. Para tal acontecer é necessário que a característica seja hereditária, ou seja, determinada por um ou mais genes, e que os sucessivos cruzamentos se façam preferencialmente entre indivíduos com a mesma característica. Por exemplo, se numa criação de coelhos nascem algumas crias com um pêlo mais comprido e macio, estas crias serão seleccionadas para se cruzarem entre si e assim aumentarem a frequência de coelhos com este tipo de pêlo. A selecção artificial é usualmente mais forte nos primeiros estádios da domesticação. Ao longo da história do Homem, muitos seres vivos foram artificialmente seleccionadas para alimentação, defesa, transporte, vestuário ou companhia. Selecção artificial é, assim, uma forma do ser humano actuar como um agente selectivo. No entanto, implica sempre uma intervenção directa e propositada na reprodução entre indivíduos com a característica sob selecção. Outras intervenções do ser humano sobre os organismos podem levar a alterações de características sem que seja considerado um caso de selecção artificial. Por exemplo, a ausência de presas em gerações recentes de elefantes asiáticos pode ser explicada pela pressão selectiva exercida pelos caçadores de marfim. Neste caso, ao não serem alvo dos caçadores, os machos sem presas ou com presas de menor tamanho têm mais oportunidade de se reproduzir, aumentando a frequência de machos sem presa nessas populações.

PARTE III CONCEPÇÕES ERRADAS SOBRE EVOLUÇÃO

Glossário

Traduzido de *Understanding Evolution*, com permissão.
("Misconceptions about Evolution." *Understanding Evolution*.
University of California Museum of Paleontology. 22
August 2008 <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/misconceptions_faq.php>.)

Acaso (ou Aleatoriedade): de alguma forma imprevisível. As mutações são “ao acaso” (ou “aleatórias”) no sentido em que a ocorrência de mutações não pode ser prevista com base nas necessidades do organismo. No entanto, isto não implica que todas as mutações têm igual probabilidade de ocorrer ou que ocorrem sem qualquer causa física. De facto, certas regiões do genoma têm maior probabilidade de sofrer mutações que outras e vários factores físicos (por ex., as radiações) são conhecidos por causar determinados tipos de mutações.

Adaptação: uma característica moldada pela selecção natural para desempenhar a sua função actual.

Alelo: uma das versões de um gene que pode existir num *locus*. Por exemplo, o *locus* da cor da ervilha pode ter o alelo amarelo ou o alelo verde. Alelos diferentes no mesmo *locus* são normalmente representados por letras maiúsculas e minúsculas (por exemplo, os alelos A e a).

Aminoácido: o bloco constituinte das proteínas. Há cerca de 20 aminoácidos e o ADN que codifica proteínas diz à maquinaria celular quais os aminoácidos que deve usar para fabricar uma determinada proteína.

Ancestral comum: organismo ancestral que é partilhado por duas ou mais linhagens descendentes - noutras palavras, um ancestral que eles têm em comum. Por exemplo, os ancestrais comuns de dois irmãos biológicos incluem os pais e os avós; os ancestrais comuns de um coiote e um lobo incluem o primeiro canídeo e o primeiro mamífero.

ADN (ou DNA): ácido desoxirribonucleico, a molécula que transporta a informação genética de geração em geração.

Base (nucleotídica; nucleótidos):

a informação da codificação do ADN, as letras do código genético. A sequência de bases de uma região do ADN (ou seja, a sequência de As, Ts, Gs e Cs) determina o que o ADN faz - se codifica uma proteína, activa um gene, ou outra função qualquer. Nas regiões que codificam proteínas, três pares de bases codificam um único aminoácido. Por exemplo, a sequência de pares de bases ATG codifica o aminoácido metionina. Numa cadeia de ADN, as bases estão emparelhadas e alinhadas uma em frente à outra: A emparelha com T e G emparelha com C. [A=adenina; T=timina; G=guanina; C=citosina]

Clado: um grupo de organismos que inclui todos os descendentes de um ancestral comum e o seu ancestral. Por exemplo, as aves, os dinossauros, os crocodilos e os seus familiares extintos formam um clado.

Deriva genética: alterações aleatórias das frequências genéticas de uma população, de geração para geração. Acontece como resultado de um erro de amostragem - alguns genótipos reproduzem-se mais que outros, não porque são “melhores” mas simplesmente porque tiveram sorte. Este processo faz com que as frequências genéticas numa população flutuem ao longo do tempo. Alguns alelos podem mesmo “flutuar para fora” da população (ou seja, apenas por acaso, alguns alelos podem atingir uma frequência de zero). Geralmente a deriva genética provoca a diminuição da variação genética numa população.

Desenvolvimento: alterações que ocorrem num organismo ao longo do seu tempo de vida; o processo através do qual um zigoto se torna um indivíduo adulto e eventualmente morre.

Diplóide: indivíduo ou célula que transporta dois conjuntos de cromossomas. Os seres

humanos são diplóides: transportamos duas cópias de cada um dos nossos 22 cromossomas e mais dois cromossomas sexuais (ou dois Xs ou um X e um Y).

Dominância/alelo dominante: versão alélica de um gene que se observa mesmo quando está emparelhada com uma versão diferente no mesmo *locus*, no mesmo indivíduo.

Extinção: um evento no qual o último membro de uma linhagem ou espécie morre. Uma espécie pode extinguir-se quando todos os membros dessa espécie morrem ou uma linhagem pode extinguir-se quando todas as espécies que a compõem se extinguem.

Fenótipo: as características físicas de um organismo. Fenótipo pode referir-se a qualquer aspecto da morfologia, comportamento ou fisiologia de um indivíduo. O fenótipo de um organismo é influenciado pelo seu genótipo e pelo seu ambiente.

Filogenia: a relação evolutiva entre organismos; o padrão de ramificação de uma linhagem que é produzido pela verdadeira história evolutiva dos organismos em questão. Muitas das filogenias que encontramos são “árvores familiares” de grupos de espécies próximas mas também se pode usar uma filogenia para representar a relação entre todas as formas de vida.

Genes: a unidade da hereditariedade. Normalmente refere-se a uma região do ADN com um efeito fenotípico particular. Tecnicamente pode significar um fragmento de ADN que inclui uma região transcrita e uma região regulatória.

Grupo externo (*outgroup*, em inglês): uma linhagem que, numa análise filogenética, se situa fora do clado que está a ser estudado. Todos os membros do clado em estudo

serão mais próximos entre si do que com o grupo externo, levando a que o ramo do grupo externo se separe na base da filogenia.

Linhagem: uma linha contínua de descendentes; uma série de organismos, populações, células ou genes ligados por relações de ascendência/descendência.

Locus (singular): Loci (plural) o local, no ADN, onde se encontra um gene. Por exemplo, o *locus* da cor da ervilha está num local do ADN da ervilha que determina que cor vai ter a ervilha. O *locus* da cor da ervilha pode conter ADN que produz ervilhas amarelas ou ADN que produz ervilhas verdes - chamamos-lhes os alelos amarelo e verde.

Migração: o movimento de indivíduos entre populações.

Mutação: uma alteração na sequência de ADN que geralmente ocorre devido a erros na replicação ou reparação. As mutações são a principal fonte de variação genética. Alterações na composição de um genoma devido apenas à recombinação não são consideradas mutações porque a recombinação apenas altera a localização dos genes nesse mesmo genoma mas não altera a sequência desses genes.

Nó: um ponto numa filogenia onde uma linhagem ancestral se divide em duas ou mais linhagens descendentes.

População: geralmente define-se como um grupo de organismos que vivem próximos uns dos outros e que se cruzam entre si e não se reproduzem com outros membros de outros grupos semelhantes; um fundo genético. Dependendo do organismo, as populações podem ocupar regiões geográficas maiores ou mais pequenas.

Proteína: uma molécula constituída por uma sequência de aminoácidos. As proteínas são codificadas pelo ADN e são