

O que é a evolução?
Quem foi Charles Darwin
O que são os genes?
Como se originam as diferentes espécies?
Como eram os mamíferos primitivos?

PERGUNTAS 100 RESPOSTAS

100 PERGUNTAS, 100 RESPOSTAS

Prefácio



Nuno Ferrand de Almeida

Universidade do Porto
Comissário da Exposição



José Feijó

Universidade de Lisboa
Comissário da Exposição

A Exposição “A Evolução de Darwin” foi concebida pela Fundação Calouste Gulbenkian a fim de comemorar o bicentenário do nascimento do naturalista britânico Charles Darwin e, ao mesmo tempo, os 150 anos da publicação da sua obra maior, *A Origem das Espécies*. Esteve em exposição em Lisboa e Madrid, durante 2009, e depois em Granada, durante 2010. Quase dois anos após a sua inauguração, chega agora ao Porto, onde vem encontrar um local de acolhimento tão simbólico quanto perfeito: a Casa Andresen, em pleno Jardim Botânico do Porto. Antiga casa de Sophia de Mello Breyner Andresen, acolheu até 2008 o Instituto de Botânica “Dr. Gonçalo Sampaio” da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, sofrendo agora amplas obras de restauro e remodelação para acolhimento desta relevante exposição. A Exposição “A Evolução de Darwin” constituirá um momento importante de

todo o programa comemorativo do centenário da Universidade do Porto, que se assinala em 2011. Na altura em que a biologia se torna na mais dinâmica e vibrante das disciplinas científicas do século XXI, e em que os seus progressos afectam diariamente o nosso modo de vida nas mais variadas áreas – do ambiente à conservação da diversidade biológica, da medicina à agricultura, da genómica à modificação genética dos organismos – não poderia haver melhor razão para visitar a história de Darwin, a sua viagem de cinco anos à volta do mundo a bordo do *Beagle*, o seu carácter de observador curioso e cuidadoso do

mundo natural, a sua capacidade de análise metódica de dados acumulados ao longo de muitos anos, enfim, a sua extraordinária ideia de evolução através do mecanismo de selecção natural. Essa ideia foi-se consolidando desde os tempos de Darwin até hoje, e constitui o corpo unificador de toda a biologia. Por isso,

torna-se essencial que as pessoas, em todas as áreas das nossas sociedades, percebam os fundamentos da teoria da evolução tal como a conhecemos hoje.

A Comissão Organizadora da Exposição “A Evolução de Darwin” em Granada, através da *Andalucía Innova – Consejería de Innovación, Ciencia y Economía*, teve a feliz ideia de elaborar uma brochura especial intitulada “100 Perguntas, 100 Respostas” sobre Evolução destinada ao público em geral. Esta brochura constitui uma breve e muito bem conseguida viagem ao mundo da evolução através de um conjunto de respostas simples a perguntas tão diversas como “o que é a evolução?”, “quais são as evidências morfológicas da evolução?”, ou “quando surge a espécie humana?”. Como bem refere Manuel Soler no seu prefácio, uma maior difusão e compreensão da teoria

evolutiva não só aumentaria a qualidade científica dos nossos licenciados, como também permitiria que cidadãos mais bem informados compreendessem melhor o controlo das pragas agrícolas, a luta contra doenças e epidemias, a conservação da biodiversidade ou a evolução da nossa própria espécie. Por todas estas razões, foi nossa opção fazer uma tradução desta informativa brochura e oferecê-la ao público que visita a Exposição “A Evolução de Darwin” na Casa Andresen, durante 2011.



100 PERGUNTAS, 100 RESPOSTAS

Os nossos cientistas respondem



Manuel Soler

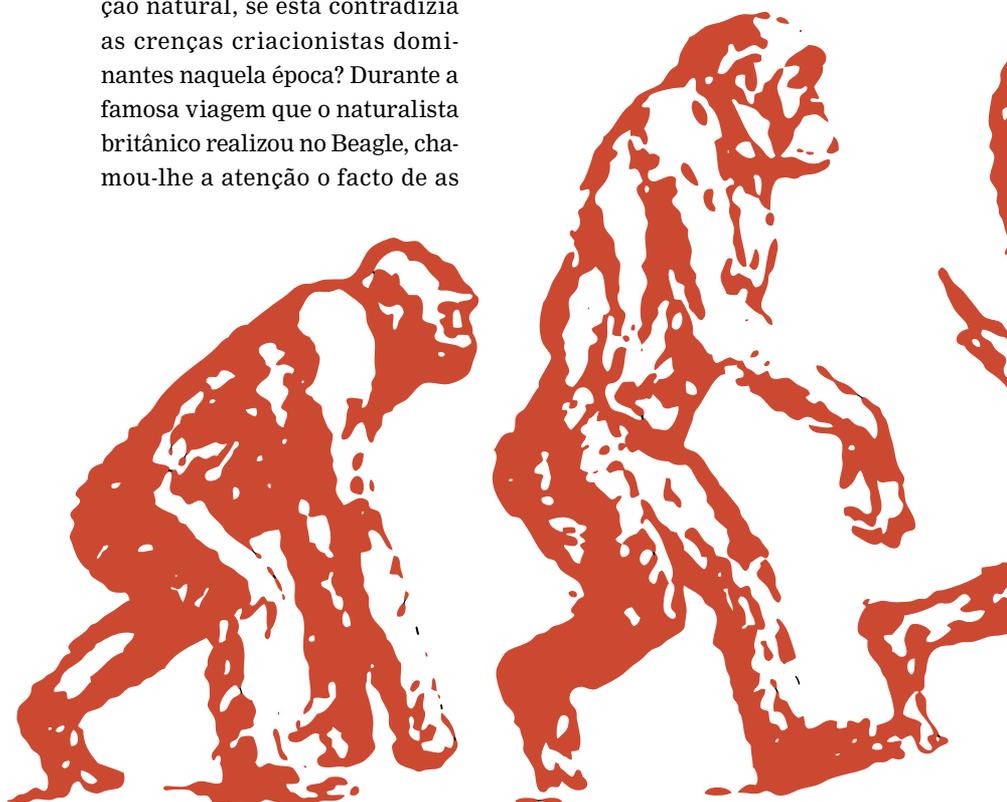
O célebre cientista britânico Charles Darwin nasceu a 12 de Fevereiro de 1809 e publicou sua obra maior *A Origem das Espécies* em 1859. Este ano comemoram-se o bicentenário do seu nascimento e os cento e cinquenta anos da publicação do seu famoso livro. Ambas as efemérides têm feito com que o ano de 2009 seja reconhecido como o Ano Darwin e que se celebrem actos de homenagem por todo o mundo.

Porque é que a obra de Darwin é considerada tão importante? Ao contrário do que se costuma pensar, Charles Darwin não descobriu a evolução; a ideia de que as espécies não permaneciam imutáveis, mas sofriam modificações com o passar do tempo, é bem mais antiga e já tinha tido bastantes proponentes. O grande mérito de Darwin foi ter descoberto o mecanismo pelo qual ocorrem modificações na descendência, responsáveis pela alteração evolutiva: a selecção natural. Naquela época, as maravilhosas adaptações dos seres vivos interpretavam-se como uma manifestação da magnificência divina. Darwin, graças à sua genial ideia, trouxe

à Biologia o que Newton já lograra para a Física: uma explicação científica que não necessitava de poderes sobrenaturais para explicar fenómenos naturais. A sua ideia é considerada pelos historiadores da Ciência como a mais importante e influente do conhecimento humano, o que torna Darwin num dos mais importantes cientistas de todos os tempos.

O jovem Charles Darwin era um devoto cristão que tinha a esperança de, um dia, chegar a clérigo. Mas então, como foi possível que lhe ocorresse a ideia da selecção natural, se esta contradizia as crenças criacionistas dominantes naquela época? Durante a famosa viagem que o naturalista britânico realizou no *Beagle*, chamou-lhe a atenção o facto de as

espécies animais que habitavam as ilhas Galápagos serem diferentes entre si e diferentes daquelas que habitavam no continente. No entanto, só depois do seu regresso, observando as suas colecções e revendo as suas anotações, é que chegou à conclusão de que a única explicação possível era que essas espécies se tivessem desenvolvido a partir de indivíduos vindos, muito antes, do continente. Darwin tinha consciência de que os seus amigos de Cambridge, de profundas convicções religiosas, não aceitariam esta conclusão e preferiu guardar silêncio.



Entretanto, pensava no assunto de maneira obsessiva, tentando encontrar uma explicação para o seguinte facto: de que maneira teriam ocorrido as alterações que deram origem a essas espécies diferentes? Rapidamente, em 1838, ocorreu-lhe a solução graças aos conhecimentos que adquirira dos criadores de animais, que conseguiam obter descendentes com características específicas (ovelhas com mais lã, vitelas com mais carne ou pombas de diferentes morfologias), seleccionando os adultos reprodutores que as possuíam. Darwin pensou que o equivalente, na natureza, a esta “selecção artificial”, realizada pelos criadores, seria a competição entre indivíduos, já que a capacidade reprodutiva das espécies é muito elevada, produzindo mais descendentes do que aqueles que, mais tarde, chegam a reproduzir-se.

Isto implicaria que os indivíduos que conseguissem deixar descendência seriam aqueles que fossem portadores das características mais favoráveis e que os mesmos as passariam aos seus filhos. Des-

te modo, produzir-se-iam, de forma paulatina, nos descendentes modificações pela alteração nas populações, cada vez mais adaptadas ao seu meio ambiente.

Darwin chegou rapidamente a essas conclusões, que constituem a base da sua Teoria da Evolução pela Selecção Natural; no entanto, demorou 21 anos a publicá-las. Quando, finalmente, o seu livro foi publicado, esgotaram-se imediatamente todos os exemplares das sucessivas edições. *A Origem das Espécies* converteu-se então num dos livros mais vendidos, mais traduzidos e mais lidos de todos os tempos.

O seu enorme sucesso deveu-se, por um lado, à grande controvérsia gerada com a sua publicação, que supôs uma verdadeira revolução social. Por outro, deveu-se à sua grande importância científica, que trouxe o enquadramento teórico imprescindível à conversão da Biologia numa verdadeira ciência. A enorme capacidade de previsão da teoria de Darwin favoreceu uma explosão de estudos



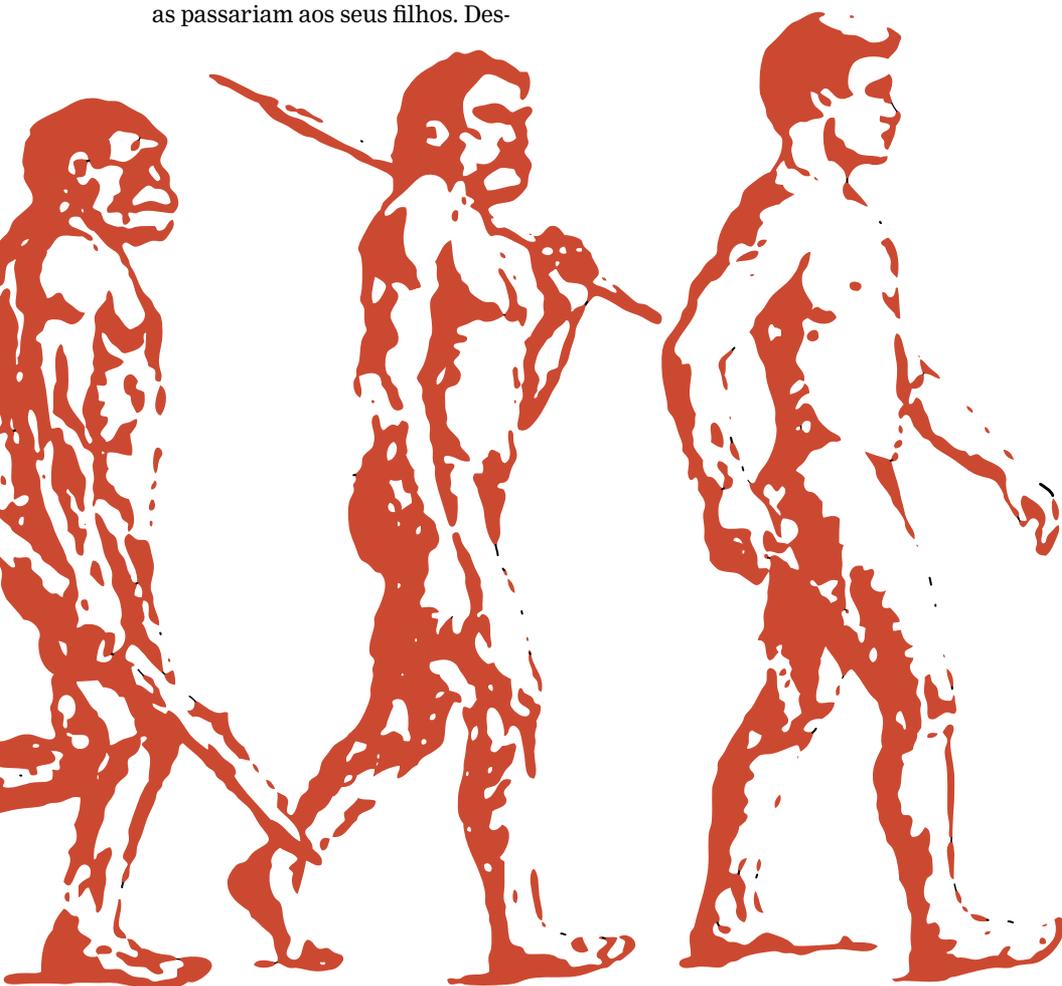
Manuel Soler é Presidente da Sociedade Espanhola de Biologia Evolutiva.

científicos em praticamente todos os ramos da Biologia.

Hoje em dia, embora exista alguma polémica quanto à importância relativa da selecção natural no processo evolutivo, a teoria Darwinista continua a fornecer ideias que servem de inspiração, não só a biólogos, mas também a cientistas e profissionais de muitos outros ramos do conhecimento.

Lamentavelmente, Espanha e Portugal são países com muito pouca tradição evolucionista. Ainda que os cientistas que, como nós, se dedicam a este tema profissionalmente se baseiem na teoria da selecção natural na concepção dos seus estudos e, a um nível menos especializado, os biólogos assumam em geral que a evolução é a base da biologia, a importância concedida à teoria da evolução nos programas curriculares, em todos os níveis de ensino, é mínima em ambos os países. Tanto nas escolas, como nos liceus, o tema é referido muito superficialmente. O mesmo acontece nas Universidades: são muito poucas aquelas em que se lecciona alguma disciplina sobre evolução.

A celebração das duas efemérides atrás referidas está a contribuir para que, durante este ano, se esteja a produzir um magnífico trabalho de divulgação da figura de Darwin e da sua teoria da evolução pela selecção natural em todo o mundo, incluindo Espanha e Portugal. Isto é muito positivo, mas quero aproveitar a ocasião para reivindicar uma maior presença da teoria evolutiva no ensino. Uma maior difusão e uma melhor compreensão da teoria evolutiva melhoraria, por um lado, a qualidade científica dos licenciados em Biologia, mas contribuiria também para uma melhor compreensão, por parte dos cidadãos, de temas como o controlo de doenças e epidemias, a luta contra as pragas, a conservação da natureza e, inclusive, para um melhor conhecimento de nós próprios.



1.

O que é a evolução?

→ A evolução é uma alteração no perfil genético de uma população de indivíduos que vai tendo lugar através de sucessivos estados temporais (gerações). Estas modificações supõem a integração de novas vantagens competitivas em termos de sobrevivência e podem levar ao surgimento de novas espécies, à adaptação a diferentes ambientes ou à emergência de novidades evolutivas. No início do estudo da evolução biológica, Darwin e Wallace propuseram a selecção natural como principal mecanismo da evolução. Actualmente, a teoria da evolução combina as propostas de Darwin e Wallace com as leis de Mendel, bem como com outros desenvolvimentos posteriores da genética; por isso, é designada por síntese moderna ou teoria sintética da evolução.

2.

O que é a teoria criacionista?

→ Até ao século XVIII, as ideias dominantes na Europa eram as de que os seres vivos tinham sido criados tal como os conhecemos hoje: eram imutáveis. Estas ideias, conhecidas como “fixismo criacionista”, baseavam-se nas crenças judaico-cristãs do Génesis, segundo o qual o mundo, e tudo no que ele existe, foi criado em seis dias e teria uma idade de apenas 6000 anos. Deus teria criado as espécies tal e qual como elas são hoje.

Durante muito tempo, na época do criacionismo clássico, o termo não foi utilizado de maneira geral para denominar a teoria oposta ao evolucionismo darwinista, designando-se de outras formas. Os criacionistas clássicos negavam a teoria da evolução biológica e, particularmente, tudo o que se referia à evolução humana e às explicações científicas sobre a origem da vida.

3.

Quem foi Charles Darwin?

→ Foi um cientista e naturalista britânico nascido em Shrewsbury, Shropshire, a 12 de Fevereiro de 1809. Depois de estudar em várias Universidades (aos 16 anos começa a estudar Medicina na Universidade de Edimburgo, para depois estudar os invertebrados marinhos, e, posteriormente, Ciências Naturais em Cambridge), em 1831, integra a viagem de reconhecimento do HMS Beagle, como naturalista sem remuneração, numa expedição científica à volta do mundo. Nesta viagem, realizou importantíssimas e metódicas observações geológicas e biológicas. Cinco anos depois, após o seu regresso a Inglaterra, dedicou-se a reunir e desen-



volver as suas ideias sobre a mudança das espécies. Em 1859, após mais de 20 anos de estudo, publicou a sua teoria *A Origem das Espécies através da Selecção Natural*. O seu livro provocou uma grande controvérsia na comunidade científica e religiosa, pois a sua teoria da evolução desafiava radicalmente a teoria criacionista, e provocou uma enorme revolução no pensamento humano. Ficou conhecido como o livro que abalou o mundo. *A Origem das Espécies* esgotou-se no primeiro dia de publicação e o mesmo voltou a acontecer nas seis edições posteriores. Charles Darwin morreu a 19 de Abril de 1882 e foi enterrado na Abadia de Westminster, junto de Isaac Newton.

4.

O trabalho dos cientistas criacionistas foi então inútil?

→ De modo algum. Existiram grandes cientistas e observadores criacionistas, cujo contributo para a Ciência foi inestimável. É o caso, por exemplo, de Lineu (1707-1778), naturalista sueco criador do sistema de classificação natural e da nomenclatura binominal utilizadas hoje em dia, ou de Charles Cuvier (1769-1832), considerado o pai da paleontologia.

5.

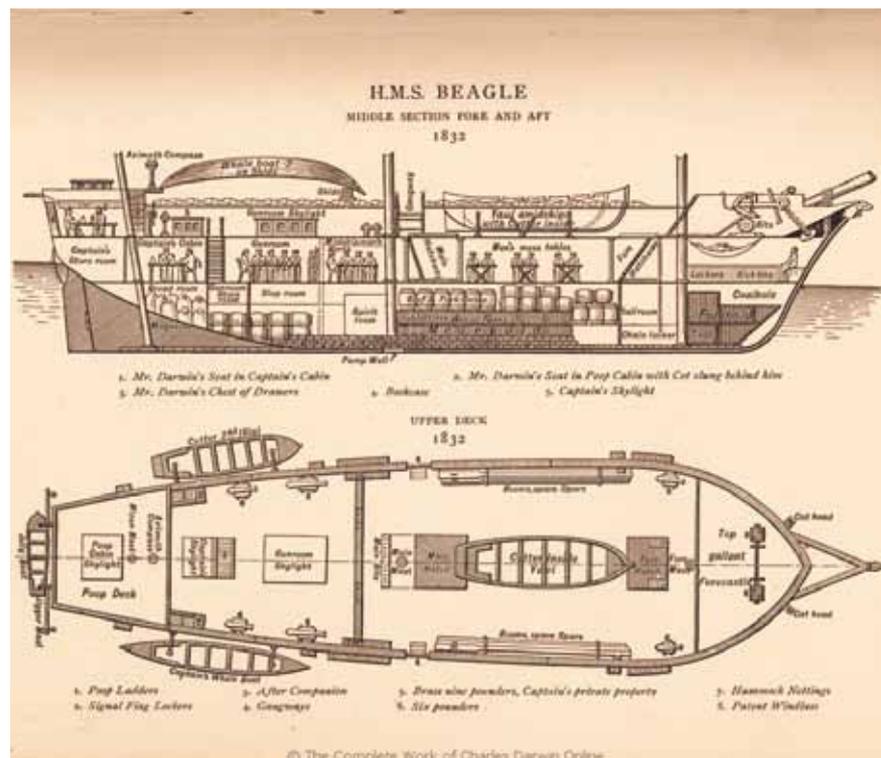
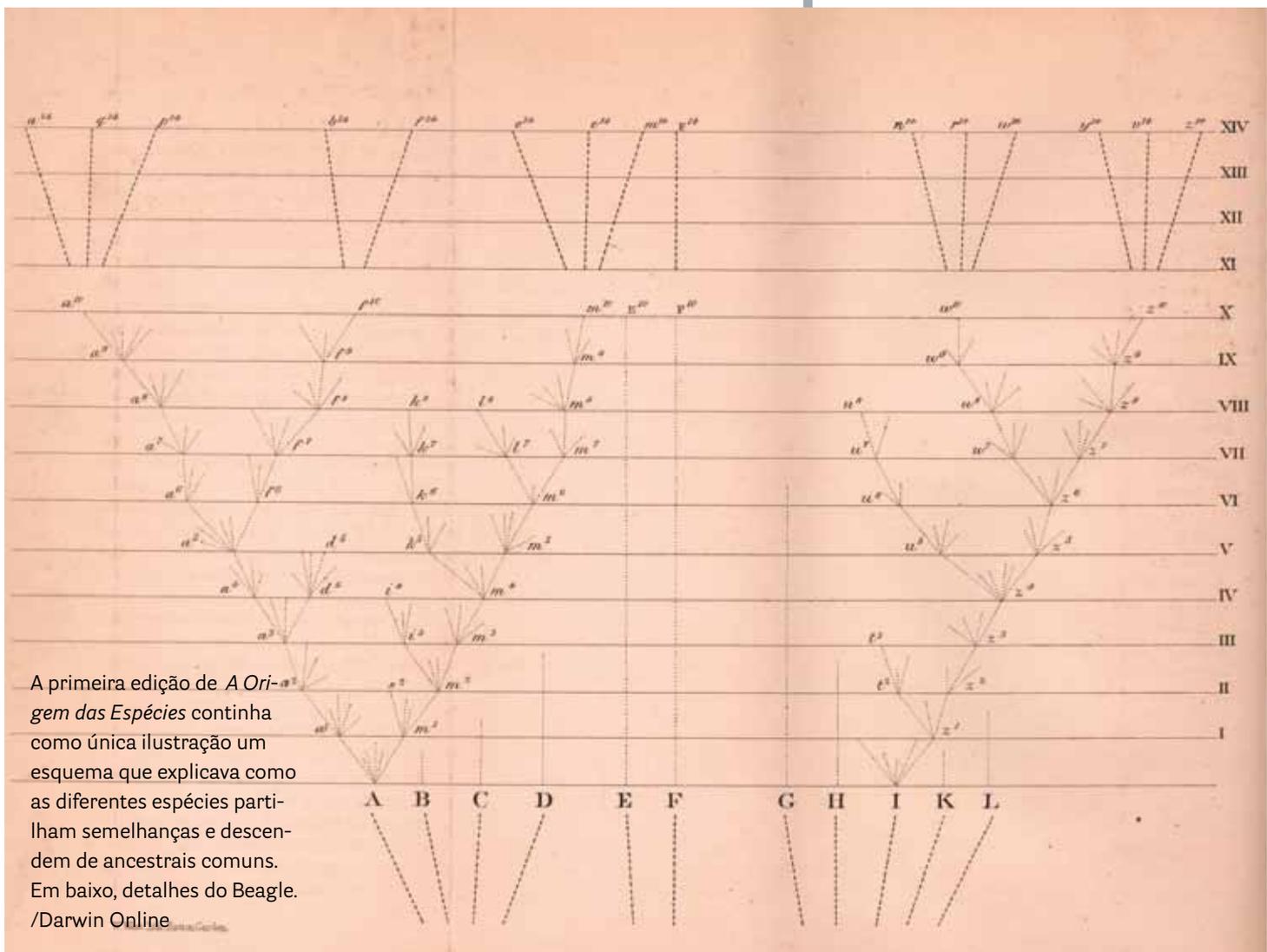
O que é a teoria catastrofista?

→ Esta teoria surgiu do pensamento de Charles Cuvier. Ao longo dos seus anos de estudo e meticolosas observações, apercebeu-se de que, no passado, já tinham existido outras floras e faunas distintas das que existem hoje, o que contrariava o pensamento criacionista. Esta contradição levou-o a elaborar uma teoria conhecida como a teoria catastrofista, segundo a qual, ao longo da história da Terra, ter-se-iam sucedido grandes catástrofes naturais que teriam eliminado os seres vivos existentes, seguidas de novas criações

6.

O que é o transformismo?

→ Ao longo do século XVIII, e sobretudo do século XIX, o fixismo criacionista começa a considerar-se insuficiente perante as evidências científicas que se vão constatando, e nasce o transformismo, que daria posteriormente lugar ao evolucionismo. O pai do transformismo é o francês Jean Baptiste de Monet, Cavaleiro de Lamarck (1744-1829), professor no Museu de História Natural de Paris. Em 1800, dá uma conferência na qual expõe uma teoria coerente sobre a

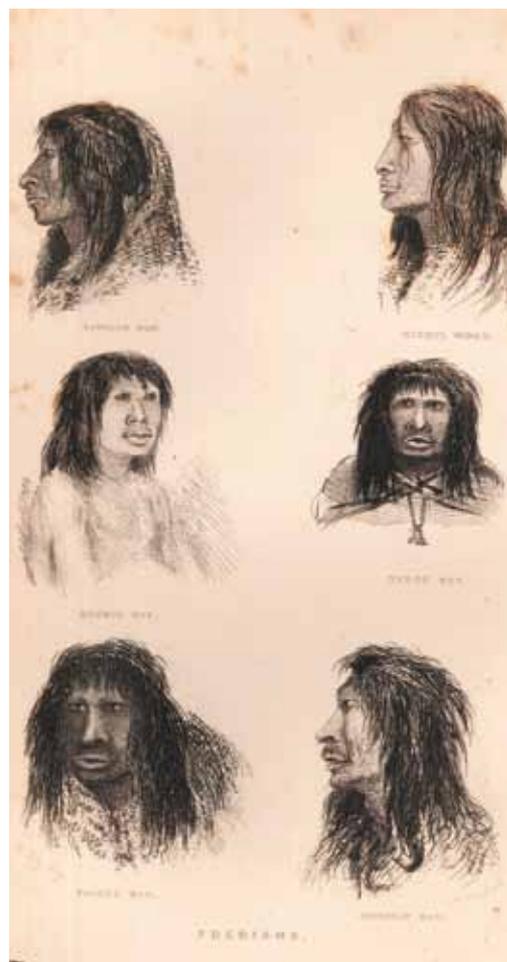


transformação dos seres vivos. Admite a evolução das espécies e tenta atribuir-lhe uma explicação racional.

7.

Além da sua teoria sobre a origem das espécies, deixou Darwin algum legado dos seus estudos que permita conhecer melhor o seu pensamento e as suas conclusões científicas?

→ Felizmente, Charles Darwin foi sempre um escritor metódico e compulsivo. Gostou sempre de tomar nota de tudo aquilo em que trabalhava e de cada avanço nas suas investigações, assim como trocar correspondência de forma sistemática com colegas e professores de todo o mundo. Conservam-se mais de 14 000 cartas de Darwin, nas quais se reflectem os seus sucessos, avanços e retrocessos nas suas investigações. Conservam-se, também, muitas cartas que escreveu a Emma Wedgwood sua mulher, a quem amou profundamente e que, embora muito religiosa, sempre o apoiou. Além disso, Darwin publicou posteriormente outros livros e tratados de elevado valor científico.



8. Que diferença existe entre o facto evolutivo e a teoria da evolução?

→ Verifica-se, frequentemente, alguma confusão entre facto evolutivo e teoria da evolução. Denomina-se facto evolutivo ao facto científico de que todos os seres vivos são aparentados entre si e se foram transformando ao longo do tempo. A teoria da evolução é o modelo científico que descreve a transformação e diversificação evolutivas e explica as suas causas.

9. Que novidades introduziu a teoria transformista ou Lamarckismo?

→ O Lamarckismo baseia-se em vários princípios fundamentais. Por um lado, assegura que o meio ambiente está em constante mudança e que os seres vivos se adaptam a essas alterações. Por outro, sustenta que os seres vivos utilizam mais uns órgãos do que outros (uso

e desuso), que os mais utilizados se desenvolvem e fortalecem, e que os menos utilizados se atrofiam, eventualmente até desaparecer.

Por último, a teoria afirma que os caracteres adquiridos ou perdidos pelos seres vivos ao longo da sua vida se transmitem aos seus descendentes (hereditariedade dos caracteres adquiridos).

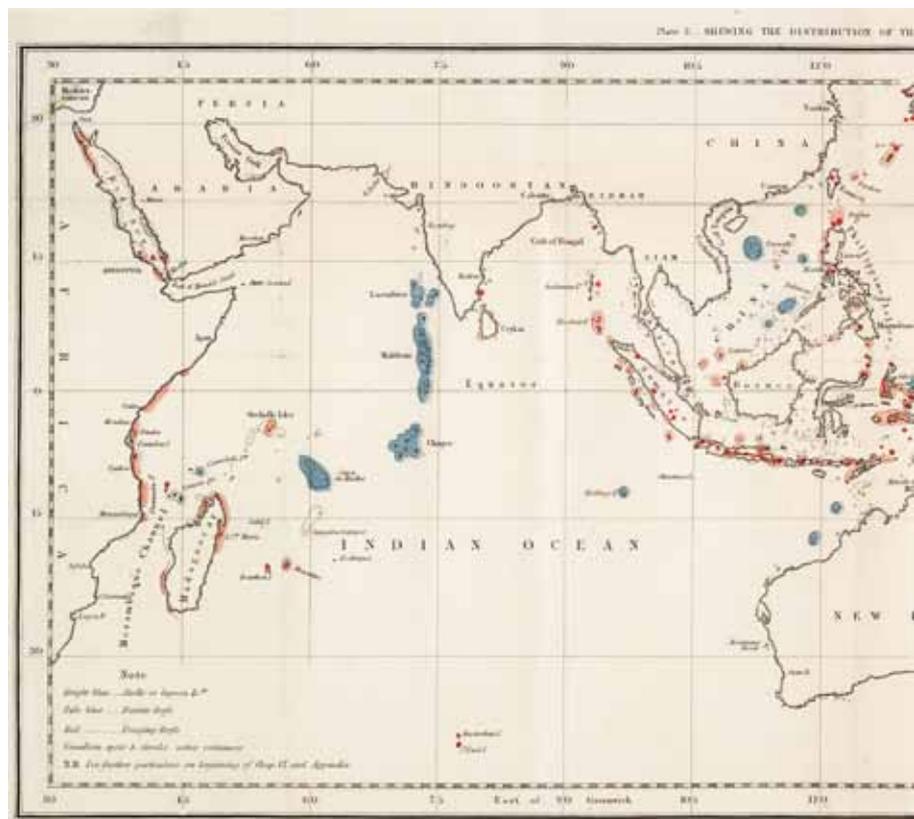
10. Qual seria um exemplo da teoria Lamarckista?

→ Para Lamarck, as girafas, por exemplo, tinham inicialmente o pescoço curto. Depois, este ter-

11. Como se explica essa transgressão do pensamento religioso da época?

Era Darwin ateu?

→ Claro que foi uma grande revolução e uma enorme controvérsia nas opiniões de então. Darwin manifestou-se, no fim da sua vida, fiel aos seus princípios agnósticos, tal como o fizeram os seus filhos, mas tudo foi fruto de uma evolução do seu pensamento. A tradição religiosa da família Darwin foi um unitarismo irregular, já que o seu pai e o seu avô eram livre-pensadores, mas, ao mesmo tempo, o seu baptismo e a



-se-ia alongado para que elas pudessem comer as folhas das árvores. Deste modo, as girafas de pescoço mais longo teriam sido as mais fortes e com maior capacidade para se alimentar e, por consequência, para sobreviver. Esta característica foi sendo herdada pelos descendentes até alterar a fisionomia da espécie. Hoje sabemos que esta teoria da hereditariedade não é correcta.

sua formação religiosa foram anglicanas. Na sua época de Cambridge, Darwin considerou a possibilidade de se tornar um clérigo anglicano, sem ter nenhuma dúvida sobre a verdade literal da Bíblia. No entanto, durante os primeiros anos enquanto naturalista a bordo do HMS Beagle, iniciou-se nele uma transformação ideológica procurando respostas que não fossem puramente teológicas. Darwin ainda procurava “cen-

tros da criação” que justificassem a distribuição das espécies, continuava a ser bastante ortodoxo e citava regularmente a Bíblia como uma autoridade moral. No seu regresso, no entanto, Darwin vinha muito mais crítico em relação ao pensamento criacionista e considerou, pela primeira vez, a possibilidade de que outras religiões, ou inclusive todas elas, fossem igualmente válidas. Nos anos seguintes, de intensa especulação em torno de questões geológicas e de transmutação das espécies, colocou muitas questões relativas à fé, discutindo-as frequentemente com Emma, a sua mulher, que

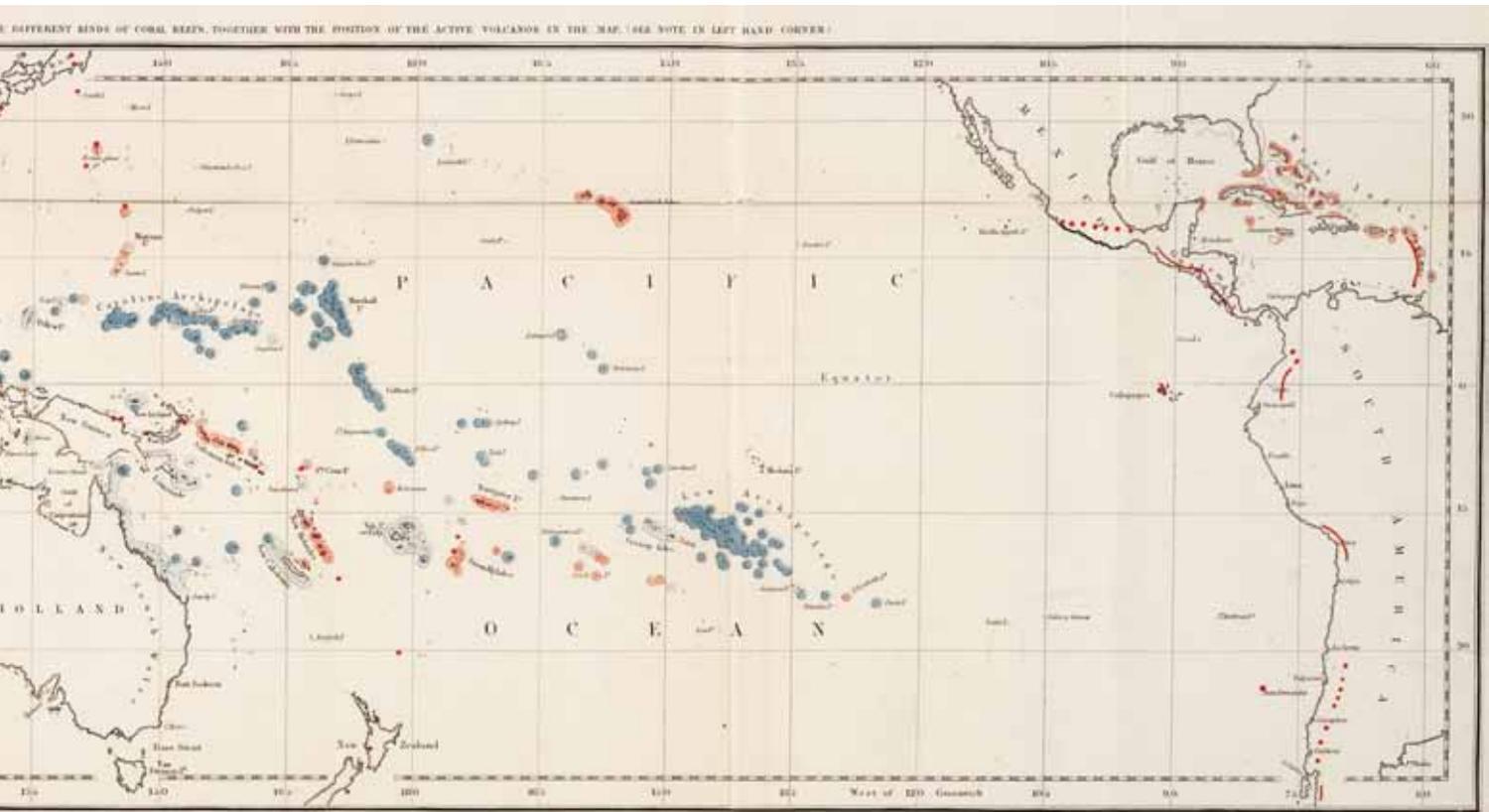


12.

Existe alguma contradição entre a Teoria da Evolução e os princípios religiosos?

→ Existem algumas tentativas de aproximar ambas as abordagens. O Papa João Paulo II, por exemplo, optou por complementar as duas e segundo ele, a Teoria da Evolução não exclui uma intervenção divina. Os especialistas reconhecem que a evolução descreve um processo que rege o desenvolvimento da vida na Terra.

Tal como acontece com outras teorias científicas, incluindo a Copérnica e a atômica, a teoria da evolução apenas se refere a



apoiava a sua fé num estudo e questionamento igualmente sérios. Embora considerando, já então, a religião como um mecanismo estratégico de sobrevivência, Darwin ainda acreditava que, em última análise, Deus era o “dador de vida”. O cientista continuou a desenvolver um papel muito activo nas tarefas da sua paróquia, mas, por volta de 1849, começou a dedicar o tempo que a sua família passava na igreja a dar

longos passeios sozinho. Relutante em manifestar a sua opinião sobre questões religiosas, em 1879 afirmou, no entanto, que nunca se tinha considerado a si próprio um ateu, e que o termo agnóstico “seria uma descrição mais correcta do meu estado de ânimo”.

Ilustrações realizadas a partir dos dados obtidos na segunda expedição do Beagle, de 1831 a 1836./ Darwin Online

objectos, eventos e processos no mundo material. Segundo esta visão, a ciência não tem nada a dizer, de uma maneira ou outra, sobre a existência de Deus ou sobre as crenças espirituais dos povos. No entanto, uma corrente com cada vez mais seguidores mostra que ciência e religião representam duas maneiras de responder às mesmas grandes perguntas da humanidade: a ciência dá uma resposta baseada em factos e

evidências e a religião na crença sem evidências, que é a fé. A ciência, hoje em dia, estuda a origem das religiões como um processo natural, produto do desenvolvimento do cérebro.

13.

Por que se chama, por vezes, a esta teoria a teoria de Darwin-Wallace?

→ Alfred Russel Wallace foi outro naturalista britânico, nascido a 8 de Janeiro de 1823, em Monmouthshire, País de Gales. Em 1848, realizou uma expedição ao rio Amazonas com o também naturalista Henry Walter Bates e, de 1854 a 1862, dirigiu uma investigação nas ilhas da Malásia. Foi então que formulou a sua teoria da selecção natural.

Em 1858, comunicou as suas ideias ao seu colega Charles Darwin, dando-se então a surpreendente coincidência de que este já tinha redigido a sua própria teoria da evolução. No entanto, as conclusões de ambos são similares e complementares. Wallace morreu a 7 de Novembro de 1913, em Dorset, Inglaterra.

14.

Quais são os princípios gerais da teoria da evolução das espécies?

→ A teoria de Darwin-Wallace ou darwinismo baseia-se nos seguintes princípios.

Por um lado, existe variação transmissível das características dos indivíduos de uma população. Por outro, nem todos os indivíduos têm as mesmas características e algumas são melhores do que outras para aproveitar os recursos do ambiente em que vivem esses indivíduos. Isto gera uma capacidade reprodutiva diferencial, isto é, os indivíduos com as características que permitam uma melhor adaptação são os que terão maiores possibilidades de sobrevivência e reprodução. Assim, produz-se uma competição entre os indivíduos



Crânio de um extinto *Toxodon platensis*, encontrado pela expedição do Beagle./ Darwin Online

pelos recursos e os que tiverem melhores características transmitir-nas à geração seguinte com mais sucesso do que aqueles que não as tenham. A nova geração herda as características adaptativas e, com o passar do tempo, se se manti-

verem as pressões selectivas e a acumulação de características adaptativas entre gerações, acaba por ocorrer especiação.

15.

Qual seria um exemplo desta teoria?

→ Voltando ao exemplo das girafas de Lamarck, comparando a teoria dele e a evolucionista, para Darwin e Wallace a população de girafas não era toda igual, existia uma certa variabilidade e, deste modo, umas tinham o pescoço mais comprido do que outras. Os indivíduos de pescoço mais longo estariam mais bem adaptados a um ambiente no qual se teria acesso ao alimento dos ramos mais altos das árvores e deixariam mais descendentes, que herdariam os seus genes. Com o tempo, haveria cada vez mais indivíduos com o pescoço longo.

16.

A teoria da evolução das espécies de Darwin continua vigente, hoje em dia, tal como então?

→ Sim, embora se tenha progredido imenso desde os tempos de Darwin. Temos que pensar que na época na qual se elaborou não se sabia nada sobre os avanços científicos que conhecemos hoje. Portanto, não se conheciam as leis de Mendel sobre a hereditariedade, nem se tinha informação sobre as mutações. Com esses avanços, principalmente no campo da genética, adicionou-se à teoria de Darwin o apoio do conhecimento dos mecanismos da hereditariedade e têm-se conseguido novas provas da origem comum de todos os seres vivos.

17.

O que é a teoria do Desenho Inteligente?

→ A teoria do desenho inteligente é uma negação da teoria da evolução que defende que o criacionismo é uma alternativa científica válida que deveria ser explicada nas aulas de Ciências da Natureza, como alternativa à teoria da evolução. Todos os postulados e supostas provas apresentadas pelos seguidores

20.

Quem foi Gregor Johann Mendel?

→ Johann Mendel (1822-1884) (o nome Gregor foi por ele adoptado ao tornar-se frade) foi um monge agostinho católico e naturalista, nascido em Heinzendorf, Áustria, e formado na Universidade de Viena. Descreveu as chamadas Leis de Mendel que regem a transmissão das características hereditárias, por meio dos trabalhos experimentais que levou a cabo com diferentes variedades de ervilha (*Pisum sativum*). Foram os primeiros trabalhos realizados em genética. Inicialmente, realizou cruzamento



de sementes, que mostraram diferentes formas de descendência. Nos seus metódicos estudos verificou que haveria caracteres dominantes e recessivos. O seu trabalho não foi valorizado quando o publicou no ano de 1866. Hugo de Vries, botânico holandês, em conjunto com Carl Correns e Erich von Tschermak, redescobriram as leis de Mendel separadamente no ano de 1900. Estas leis mantêm-se válidas até hoje, embora se tenham adicionado muitos outros conhecimentos genéticos na actualidade.

desta teoria tem sido cientificamente avaliados e rejeitados. Actualmente, não se sustenta nenhuma das afirmações desta corrente religiosa que se baseia na crença, sem nenhum fundamento, de que a evolução não explica suficientemente a complexidade que existe na vida na Terra e que na ciência deve reconhecer-se a existência de uma concepção inteligente. Os seus defensores têm tentado conseguir que as suas propostas sejam estudadas nos centros de ensino, mas os tribunais dos Estados Unidos têm avaliado as provas e têm constatado que o chamado desenho inteligente é uma corrente religiosa não científica, pelo que não têm permitido a sua inclusão nos planos de estudo.

18.

Qual é a teoria evolutiva actualmente vigente?

→ Nos inícios do século XX, cientistas como Dobzhansky, Simpson, Mayr ou Huxley formularam uma nova teoria, chamada Neodarwinismo, que se fundamenta na teoria da origem das espécies de Darwin, e se complementa com as leis de Mendel e o fenómeno das mutações genéticas. O Neodarwinismo, também chamado Teoria Sintética da Evolução, é a que se encontra vigente hoje em dia.

19.

Que opinião sobre a evolução sustenta a actual teoria Neodarwiniana ou Sintética?

→ A teoria vigente na actualidade baseia-se nos seguintes princípios. Por um lado, os seres vivos experimentam variações devido a mutações que se produzem ao acaso, o que gera variabilidade entre os indivíduos de uma mesma espécie. Também, segundo esta teoria, actua sobre eles a selecção natural. Os indivíduos com características que lhes permitem uma melhor adaptação sobrevivem, deixam mais

21.

O que é o DNA?

→ O DNA é a substância química onde são armazenadas as instruções que dirigem o desenvolvimento de um ovo até à formação de um organismo adulto, que mantém o seu funcionamento e que permitem a hereditariedade. É uma molécula gigantesca, formada pela agregação de três tipos de substâncias: açúcares, denominados desoxirribose, o ácido fosfórico e bases azotadas de quatro tipos: a adenina, a guanina, a timina e a citosina. Os açúcares e os ácidos fosfóricos unem-se de forma linear e alternadamente, formando duas longas cadeias que se enrolam em forma de hélice. As bases nitrogenadas encontram-se no interior desta dupla hélice e formam uma estrutura similar aos degraus de uma escada.



descendentes e os seus caracteres tornam-se mais frequentes dentro da população. Os menos bem adaptados deixam menos descendentes e os seus genes vão desaparecendo. Por outro lado, estas alterações acumulam-se no tempo produzindo modificações nas populações que dão lugar a novas variedades, raças e espécies.

22.

Continuando com o exemplo das girafas utilizado em teorias anteriores, qual seria a demonstração prática da aplicação desta teoria sobre esses animais?

→ Segundo o Neodarwinismo, as girafas teriam evoluído da seguinte maneira: entre os antecessores das girafas, animais de pescoços curtos, as mutações teriam produzido alguns indivíduos de pescoços mais longos. Como esta caracterís-

tica representa uma vantagem, estes indivíduos reproduzir-se-iam mais, pelo que o número de indivíduos com o pescoço mais longo aumentaria. Com o tempo, as girafas teriam o pescoço cada vez mais longo. A evolução não termina porque as mutações fazem com que haja sempre indivíduos com pescoços mais curtos e mais longos dentro da população total. Esta é a variabilidade sobre a qual actua a selecção natural.

23.

Quais são as leis de Mendel e o que é que nos indicam?

→ As leis de Mendel são três, embora muitos considerem que a primeira não é uma lei, pelo que se podem considerar apenas duas.

A primeira lei, ou Princípio da Uniformidade, diz o seguinte: “Quando se cruzam dois indivíduos de raça pura, os híbridos que resultam são todos iguais

entre si”. O cruzamento de dois indivíduos homocigóticos, um dominante (AA) e o outro recesivo (aa), origina apenas indivíduos heterocigóticos, isto é, os indivíduos da primeira geração filial (F1) são idênticos (Aa). A segunda lei, ou Princípio da Segregação, propõe o seguinte: “Alguns indivíduos podem transmitir uma característica que neles se manifesta”. O cruzamento de dois indivíduos da F1 (Aa) dará origem a uma segunda geração filial na qual reaparece o fenótipo “a”, apesar de todos os indivíduos da F1 serem do fenótipo “A”. Por isso, Mendel supôs que o carácter “a” não tinha desaparecido, mas tinha sido “escondido” pelo carácter “A”, pelo que ao reproduzir-se um indivíduo, cada carácter é segregado. Por último, a terceira lei, ou Princípio da transmissão independente, faz referência ao cruzamento polihíbrido (monohíbrido: quando é con-



27.

O que são os genes?

→ São as unidades mais pequenas da hereditariedade. Um gene é um pequeno segmento de DNA que é interpretado pelo corpo como um plano ou padrão para a produção de uma proteína específica e a informação proporcionada pelo conjunto de todos eles é o desenho ou plano para estruturar um indivíduo de qualquer espécie e as suas funções. Os genes são unidades de DNA responsáveis pelos “códigos” que constroem o organismo de uma determinada forma. São transmitidos de pais a filhos, de geração em geração... pelo que se trata da matéria-prima sobre a qual actua a selecção natural. Os genes encontram-se dispostos linearmente em longas cadeias de DNA, que, por sua vez, formam os cromossomas.

siderada uma característica; poli-híbrido: quando são considerados duas ou mais características). Mendel trabalhou este tipo de cruzamento em ervilhas, nas quais as características que ele observava (cor da semente e rugosidade da superfície) se encontravam em cromossomas separados. Deste modo, observou que os caracteres se transmitiam independentemente uns dos outros. Esta lei, no entanto, deixa de se aplicar quando existe ligação (dois genes estão em *loci* muito próximos e não são separados na meiose).

24.

O que são genes recessivos e genes dominantes?

→ Os genes recessivos (neste caso no sentido de variantes ou alelos) são aqueles que só se manifestam num indivíduo quando são herdados do progenitor feminino e do progeni-

tor masculino. Por outras palavras, as características que essas variantes determinam só se manifestam em homozigotia. As variantes (ou alelos) dominantes são aquelas que para se manifestarem num indivíduo só requerem que ele as tenha herdado de pelo menos um dos progenitores. Ou seja, manifestam-se em heterozigotia e homozigotia.

25.

O que é uma mutação de um gene?

→ É uma alteração na informação genética do indivíduo, na sequência de um gene. O dano ou a mutação de um gene pode ter como resultado a alteração da proteína que produz, o que por vezes pode não ter repercussão na sua função, e se a houver, pode ser de pouca importância. No entanto, nalgumas ocasiões a mutação pode levar directamente à não produção de uma proteína, a

danificá-la severamente, o que afecta a sua função e pode, assim, gerar uma doença. Além do mais, factores ambientais e a presença de outros genes podem ter efeito na expressão de uma mutação. Isto torna-se evidente em famílias onde existe uma mesma mutação genética que se apresenta sob a forma de diferentes patologias.

26.

Além destas teorias, que provas existem em relação à evolução?

→ A teoria da evolução das espécies é, hoje em dia, um facto inquestionável, pese embora a relutância de alguns sectores ultra-conservadores em países como os Estados Unidos, que continuam a defender o criacionismo. As evidências científicas sobre as quais se sustenta a teoria são, principalmente, paleontológicas, morfológicas, biogeográficas, embriológicas e bioquímicas.



28.

O que são as provas biogeográficas?

→ Observando a procedência e o habitat natural de alguns seres vivos muito semelhantes entre si e espalhados por diferentes pontos do planeta e ausentes em outras zonas, algumas coincidências só podem ser explicadas através da teoria da evolução e das placas tectônicas. Um exemplo seria a distribuição geográfica das grandes aves, como a avestruz africana, a ema da América do Sul, assim como o casuar e o emú australianos.



30.

Qual seria uma prova paleontológica da evolução?

→ Nos fósseis vegetais e animais que se têm vindo a descobrir ao longo da história, encontramos uma fonte inesgotável de provas paleontológicas. Um exemplo clássico de prova evolutiva poderia ser o conjunto de fósseis de *Archaeopteryx*, um antecessor das aves que apresenta caracteres tanto de ave como de réptil (asas com plumas, dentes de réptil, garras nas asas, etc.). Este e muitos outros exemplos de animais de formas intermédias entre espécies mostram claramente as mutações genéticas que têm dado origem à evolução das espécies. O estudo dos fósseis também permite ver o processo evolutivo dos indivíduos de uma espécie desde os seus ascendentes mediante as “séries filogenéticas”. Nelas, observa-se como, por exemplo, se foram perdendo os dedos, engrossando as articulações, alongando ou reduzindo as extremidades ou o crânio, etc., durante o processo de adap-

tação ao meio e evolução das diferentes espécies. E também podem observar-se os mais resistentes da natureza, os fósseis vivos, organismos que permanecem quase inalterados desde há milhões de anos, como acontece, no caso das plantas, com a araucária (uma árvore muito alta), ou, no dos peixes, com o celacanto.

31.

Quais são as evidências morfológicas da evolução?

→ As evidências morfológicas baseiam-se no estudo comparado da morfologia e da anatomia dos seres vivos actuais. É preciso diferenciar muito bem vários conceitos. Por um lado, os órgãos homólogos, que são aqueles que têm uma mesma origem e estruturas similares, mas que são usados para funções distintas. Assim, a asa de um morcego, a barbatana de uma baleia, a pata de um cavalo ou a extremidade oponível de um primata sofreram um processo evolutivo, apesar de terem a mesma procedência e estrutura, e as suas funções são agora diferentes

(voar, nadar, correr, segurar). Por outro lado, os órgãos análogos provêm de distintas origens, mas o processo evolutivo das diferentes espécies conduziu-os a uma função comum. É o caso da asa de uma mosca e a asa de uma ave. Ambas servem para voar, mas a sua origem e estrutura são muito diferentes. Finalmente, os órgãos vestigiais são aqueles que, pelo processo evolutivo da adaptação, têm vindo a atrofiar-se, como, por exemplo, os restos das extremidades posteriores do esqueleto das baleias, que revelam os seus antepassados quadrúpedes.

32.

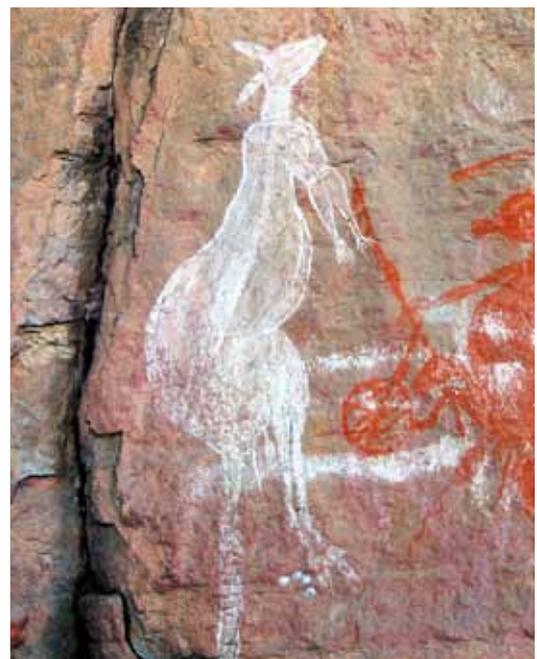
O que é a Gondwana?

→ Segundo a teoria das placas tectônicas, há uns 250 milhões de anos todos os continentes estavam unidos. Devido a movimentos nas placas tectônicas, o continente único dividiu-se há uns 100 milhões de anos, inicialmente, em duas partes. A parte norte era formada pelas actuais América do Norte, Gronelândia, Europa e Ásia. Este conjunto chama-se Laurásia. O outro grande bloco era constituído



29. Como eram os mamíferos primitivos?

→ Tinham o tamanho de um rato e ramificaram-se em três linhagens principais: os monotrematos (como o actual ornitorrinco) que são ovíparos mas alimentam com leite a descendência desde o nascimento; os marsupiais (como os actuais cangurus) que são vivíparos, mas as suas crias nascem diminutas e crescem num marsúpio; e os placentados (a maioria dos mamíferos actuais), assim chamados por exibirem uma ligação nutritiva (a placenta) entre o útero e o embrião.



pelas actuais América do Sul, África e Oceânia e recebe o nome de Gondwana. As grandes aves atrás descritas tiveram um antepassado comum na Gondwana e é por isso que, hoje em dia, os descendentes das grandes aves que ficaram isoladas e, portanto, evoluíram independentemente dando origem a diferentes espécies, se encontram apenas nos continentes que formavam a Gondwana e não nos que formavam a Laurásia.

33.

Como é que a evolução de uma espécie pode afectar a de outra?

→ Não há espécie que exista numa situação de vazio biológico. Todos os seres vivos interagem com o meio que os rodeia e com o resto dos seres vivos com os quais partilham esse meio. Existem relações como a simbiose, o parasitismo ou a polinização. Por vezes, essa relação entre espécies é muito directa, como acontece

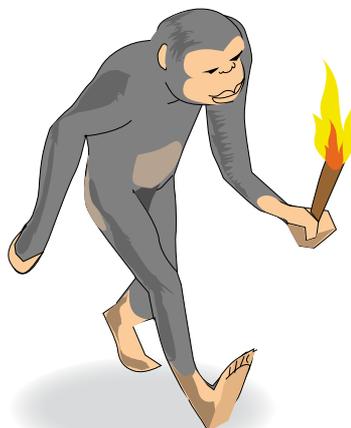
nos sistemas antagónicos como planta-herbívoro, predador-presa ou parasita-hóspedeiro, e também nalguns sistemas mutualistas como plantas-polinizadoras ou plantas-dispersadores de sementes. Com alguma frequência, produzem-se efeitos recíprocos entre as espécies que interagem, isto é, a espécie A provoca alterações evolutivas na espécie B e a espécie B provoca-as na espécie A. Este processo denomina-se co-evolução.

AUSTRALOPHITECUS

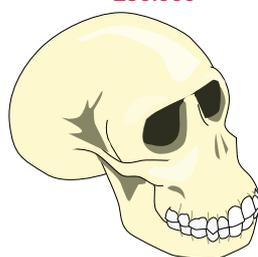
-4.000.000

**HOMO ERECTUS**

-1.500.000

**HOMO NEANDERTHAL**

-250.000

**HOMO SAPIENS**

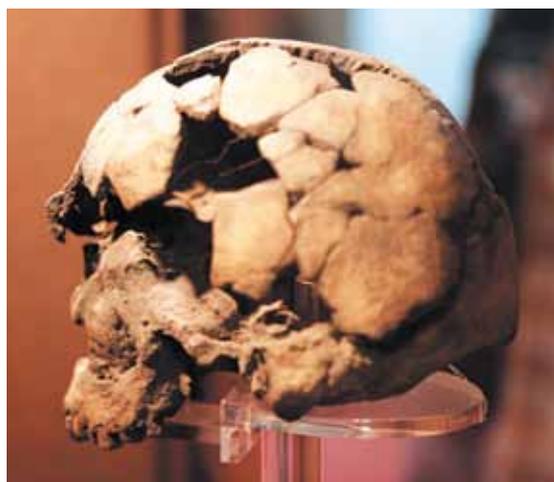
-150.000

**34.****Qual é a classificação da espécie humana como organismo animal?**

→ Os seres humanos pertencem ao Tipo cordados, Subtipo vertebrados, Classe mamíferos, Subclasse placentados (eutérios), Ordem primatas, Subordem antropóides, Família homínidos, Género *Homo* e Espécie *Homo sapiens*.

36.**O que propõe a hipótese da Rainha Vermelha?**

→ Trata-se de uma teoria muito geral que se aplica a muitos campos da biologia evolutiva. Faz referência ao facto de que, mesmo num meio físico relativamente constante, a evolução de algumas das espécies que nele ocorrem provoca uma situação de alteração que obriga o resto das espécies que participam na interacção a também evoluir. É conhecida por este nome porque no famoso livro "Alice do outro lado do espelho", de Lewis Carroll, a rainha vermelha diz a Alice que nesse lugar é preciso correr constantemente para se manter no mesmo sítio. Esta hipótese foi proposta por Leigh Van Valen, dentro da sua lei das extinções, em 1973.



Restos de um dos crânios do Homem de Herto, com cerca de 158.000 anos. /MEC

37.**O que são e de que tratam as provas embriológicas?**

→ Trata-se da comparação e estudo do desenvolvimento embrionário das diferentes espécies de seres vivos. Nelas é possível constatar que as espécies que estão mais estreitamente aparentadas do ponto

de vista evolutivo mostram maiores semelhanças nos seus processos de desenvolvimento embrionário. As semelhanças nas primeiras etapas de desenvolvimento embrionário dos vertebrados demonstram a existência de um antepassado comum.

38.**Como é que se conseguem provas bioquímicas da evolução?**

→ Uma das evidências mais importantes baseia-se na semelhança, a nível molecular, que existe entre as proteínas e o DNA dos diferentes organismos. Esta semelhança é tanto mais vincada quanto maior é o grau de parentesco evolutivo entre eles. Assim, para expor vários exemplos comparados com o homem, a diferença entre o DNA do homem e do gorila é de

35.

Quando e como surgem os primatas?

→ Após o final da extinção Cretácica, há 65 milhões de anos, época na qual quase todos os dinossauros se extinguíram (hoje em dia, existem umas 9.000 espécies de “dinossauros” que conhecemos como aves), os mamíferos, como um dos grupos sobreviventes, experimentaram uma explosiva radiação adaptativa durante o período Terciário. Entre os placentados, esta radiação deu origem aos carnívoros, aos ungulados, aos roedores e outros grupos tais como baleias, golfinhos, morcegos, insectívoros (como os musaranhos actuais) e primatas. A maior parte das Ordens de mamíferos diversificou-se neste período, incluindo os primatas, aos quais pertencem à espécie humana.



apenas 1,4%, com o chimpanzé de 1,2% e com o orangotango de 2,4%. Se tivermos em conta que a diferença de sequência de DNA entre o gorila e o chimpanzé é de 1,2%, observamos que a distância do homem ao chimpanzé é a mesma que a do chimpanzé ao gorila. Ou, por exemplo, entre o gorila e o orangotango a diferença é de 2,4%, o que indica que existe o dobro da diferença entre eles do que entre o homem e o chimpanzé e a mesma que entre o homem e o orangotango.

39.

O sangue pode constituir também uma prova da evolução, tal como o DNA?

→ Sem dúvida: existem provas concludentes que são realizadas da seguinte forma. Por exemplo, num tubo de ensaio

mistura-se plasma sanguíneo e anti-corpos de diferentes animais com proteínas de sangue humano, e mede-se a percentagem de aglutinação. Quanto maior for essa percentagem, maior o grau de parentesco evolutivo. Por exemplo, no caso do chimpanzé, existe 85% de aglutinação em relação ao homem, enquanto no caso do boi existe 10%, no do cavalo 2% e no de uma espécie marsupial 0%.

40.

Podem reproduzir-se entre si indivíduos de distintas espécies?

→ Em geral não, mas às vezes é possível. No caso do cruzamento de um cavalo e de uma burra o resultado é uma mula, estéril, e portanto, inconsequente do ponto de vista evolutivo e da selecção natural. No entanto, às

A maior parte das ordens de mamíferos desenvolveram-se no período Terciário, incluindo os primatas, aos quais pertencem os humanos./ MEC

vezes a hibridação entre espécies próximas pode dar lugar a indivíduos férteis, como ocorre quando se cruzam indivíduos de diferentes espécies de anatídeos (patos).

41.

Como surgem as subespécies dentro de cada espécie?

→ Se diferentes populações de indivíduos de uma mesma espécie experimentam variações que as diferenciam devido ao isolamento ou a outras causas, originam-se as subespécies. Normalmente, respondem à própria adaptação da espécie ao meio para assegurar a sobrevivência, são uma resposta evolutiva ao seu meio ambiente. Os indivíduos de diferentes subespécies podem reproduzir-se entre si, pelo que, para que se produza uma espécie nova, é frequentemente necessário que exista algum tipo de barreira que impeça o cruzamento entre indivíduos das diferentes subespécies.

42.

De onde provêm os mamíferos?

→ Os mamíferos evoluíram de um tronco de répteis primitivos que já dispunham de algumas características de mamíferos durante o período Triásico, há 200-245 milhões de anos.

43.

Como se originaram as diferentes espécies?

→ Uma das definições de espécie mais aceite sugere que se trata de um conjunto de indivíduos pertencentes a populações naturais que podem reproduzir-se entre si, dando como resultado descendência fértil. Trata-se em todo caso de um processo evolutivo que responde sempre a uma adaptação ao meio. Qualquer mutação que seja vantajosa para a sobrevivência é aproveitada pela selecção natural. Existe um exemplo clássico e muito curioso de uma borboleta, a *Biston*

betularia, que serve de alimento a diversas espécies de aves insectívoras. Até 1850, em Inglaterra predominava de forma esmagadora a variedade de cor mais clara, mais ou menos da cor da casca das árvores onde costuma pousar, o que lhe servia para mimetizar-se e proteger-se assim dos seus predadores. A partir dessa data, devido à Revolução Industrial e à proliferação de fábricas e indústrias, as cascas das árvores das zonas industriais escureceram devido aos resíduos e aos fumos. Esta alteração na cor das cascas das árvores fez com que a variedade escura da *Biston betularia* se fosse tornando cada vez mais frequente, de modo que, em poucas décadas, a variedade clara se tornou extremamente rara. A variação na coloração é aproveitada pela selecção natural, dado que as borboletas que são mais facilmente detetadas quando estão pousadas nos troncos das árvores são devoradas pelos predadores, pelo que não deixam descendência. Curiosamente, quando o controlo da poluição foi conseguido e as árvores voltaram a apresentar uma casca de cor clara, em pouco tempo deu-se o processo inverso e, pouco a pouco, as *Biston betularia* de cor clara voltaram a ser predominantes.

44.

Que factores são necessários para que possam surgir novas espécies?

→ Para que se produza uma nova espécie, além de se originar uma alteração nas características genéticas da população por selecção natural que origine populações de indivíduos diferentes, deve produzir-se um isolamento, de modo que essas características novas, ou alterações genéticas, não se transmitam a indivíduos de outras populações.



45.

Por que razão algumas espécies se extinguíram e não evoluíram?

→ Imaginem hoje um planeta ocupado pelos enormes *Tyrannosaurus rex*? As condições ambientais nas quais se desenvolvem as espécies e a evolução das outras espécies com as quais partilham o seu meio determinam a sua evolução e, inclusive, ...a sua extinção. Se essas condições se alteram de forma brusca, costuma acontecer a extinção, se o meio é alterado de forma gradual, as espécies podem adaptar-se e evoluir ao longo de gerações.

Imagens de Sue, o fóssil reconstruído mais completo de um *T. rex*. /NHM Chicago.



46.

Que tipo de isolamento é necessário, apenas o geográfico?

→ Existem dois tipos fundamentais de isolamento que dão lugar a novas espécies. Por um lado, o isolamento geográfico, em que as populações ficam isoladas por acidentes geográficos, tais como mares, rios, desertos; e por outro, o isolamento reprodutivo. Neste caso, embora os indivíduos se mantenham no mesmo território, as variações genéticas produzidas por mutação podem impedir que um grupo de indivíduos da população original possa reproduzir-se com o resto, ocorrendo assim um isolamento reprodutivo que, com o tempo, originará uma nova espécie.

47.

O que é que acontece se as alterações atravessam uma população que não está isolada?

→ Se as alterações atravessam populações e subespécies, podem originar-se novas subespécies ou variedades, mas não espécies, já que a relação genética se mantém.

48.

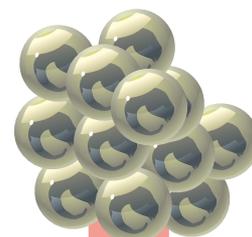
As alterações fisiológicas são sintoma de evolução?

→ Existem aspectos individuais que não se consideram exemplos de selecção natural, tais como o aumento da perda de massa muscular, uma malformação (se não for congénita) ou um aumento ou diminuição de peso, e que se sucedem durante a vida de um organismo. No entanto, existem indicadores de evolução quanto falamos de gerações que herdaram características como, por exemplo, doenças genéticas ou outras características como a cor da pelagem ou a cor dos olhos.



56. Como começou a vida na Terra?

→ As características do planeta naquele momento, com presença de massas de água, temperaturas e outras condições meio-ambientais adequadas favoreceram a aparição dos primeiros seres vivos. A partir deles surgiram as primeiras bactérias, das quais surgiu a vida aquática que foi evoluindo até conquistar outros meios como a terra firme e o ar.



POSTURA



OVOS

49.

A evolução tem que ver com o acaso?

→ A evolução não é um processo aleatório. A variação genética sobre a qual actua a selecção natural pode acontecer ao acaso, mas a selecção natural em si mesma não é aleatória. A sobrevivência e o sucesso reprodutivo de um indivíduo estão directamente relacionados com as formas herdadas no contexto do seu meio ambiente local. Se um indivíduo sobrevive e se reproduz, depende principalmente de ter, ou não, os genes que produzem características que se adaptam bem ao seu meio.

No entanto, os processos de morte, mais ou menos maciça, de indivíduos que, portanto, não chegarão a reproduzir-se podem acontecer por acaso, e inclusive, provocar alterações nas frequências alélicas das populações. Fala-se então de deriva genética.

Em cima, à direita, gráfico que mostra o desenvolvimento de um anfíbio./MEC

50.

Qual é o papel do sexo na reprodução?

→ A reprodução sexual obriga a que um organismo combine metade dos seus genes com metade dos genes de outro indivíduo do sexo contrário, o que significa que são produzidas novas combinações de genes em cada geração. Por outro lado, quando se produzem os óvulos e os espermatozóides, o material genético que se baralha é recombinado de modo que são produzidas novas combinações de genes. Já sabemos que todos os descendentes de um mesmo casal não são exactamente iguais, não são o mesmo ser repetido a cada nascimento. A reprodução sexual, portanto, incrementa a variação genética, o que aumenta a matéria-prima sobre a qual opera a selecção natural.

A variação genética dentro de uma espécie (também conhecida como a diversidade genética) facilita um aumento da oportunidade para a mudança dentro das espécies em gerações sucessivas. Esta variabilidade é considerada a matéria-prima da evolução.

51.

Se a extinção das espécies é parte da vida na Terra, por que é que nos preocupamos em proteger espécies que estão à beira de desaparecer?

→ Na actualidade, não podemos entender a vida do homem sem ter em conta a protecção do seu ambiente. O desaparecimento de espécies animais ou vegetais afecta directamente o equilíbrio da própria natureza. Por outro lado, a extinção maciça de espécies que está hoje a acontecer (equivalente às mais importantes detectadas noutras épocas geológicas), é responsabilidade directa das actividades do ser humano, pelo que é também da nossa responsabilidade travá-la.

52.

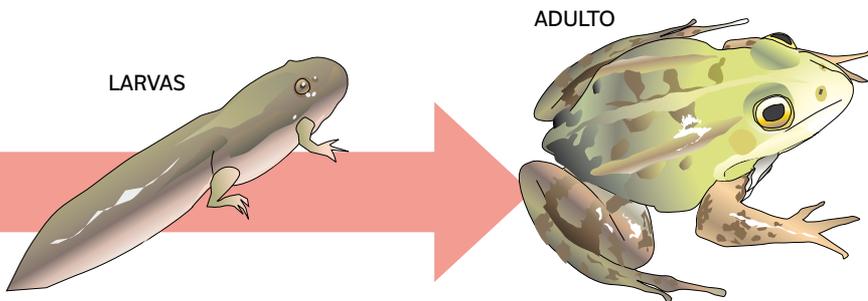
Os primatas descendem todos dos mesmos antepassados?

→ Sim, existe um antepassado comum. Os próximos primitivos, como são denominados, são os antepassados comuns a todos os primatas.

57.

Então, se os peixes se transformaram em anfíbios há milhões de anos, porque continua a haver peixes?

→ A emergência dos anfíbios supôs a conquista de um ambiente novo para os vertebrados, o meio terrestre. Os peixes, pela sua parte, continuaram a evoluir nas suas adaptações à vida no meio estritamente aquático. Restos fósseis demonstram que os anfíbios descendem de um grupo de peixes que, para sobreviver dentro e fora da água, desenvolveram uns apêndices que lhes permitiram caminhar em terra.



53.

Então... por que é que partilhamos mais percentagem de DNA com um chimpanzé do que com um lémur, por exemplo?

→ Os prossímios primitivos evoluíram em dois ramos diferentes. Um deles é o dos prossímios (do qual descendem os lémur, os társius e os lorís) e o outro é o dos antropóides, do qual descendemos nós. É por isso que partilhamos mais DNA com os antropóides do que com os prossímios.

54.

Os antropóides pertencem então todos à mesma família?

→ Não, estes também evoluíram subdividindo-se em ramos:



um é o dos macacos do novo mundo (Platirríneos ou de nariz achatado) e, outro, o dos macacos do velho mundo (Catarríneos ou de nariz para baixo).

O terceiro ramo, o dos homínídeos, “primos” dos símios do velho mundo, divide-se por sua vez em dois ramos evolutivos: o primeiro é o dos pequenos símios, e o segundo é o dos grandes símios e dos humanos.

55.

Quando aparece o homem?

→ Estudos paleontológicos e bioquímicos sugerem que a espécie humana se separou do tronco comum, do qual mais tarde descenderiam os gorilas e os chimpanzés, entre cinco e, no máximo, dez milhões de anos, mas provavelmente numa data mais próxima da primeira do que a segunda, o que em termos evolutivos é muito recente. A partir desta separação, a linhagem evolutiva começou a ramificar-se dando origem a novas espécies.



58.

Uma vez aparecidos os animais placentados, quando aparecem os primatas?

→ A evolução dos primatas começou quando alguns mamíferos insectívoros primitivos, como os musaranhos, se começaram a adaptar a uma vida arborícola, ou seja, as tendências na evolução dos primatas parecem estar associadas a adaptações à vida arborícola. Hoje, sabemos que os primatas se originaram há 60 milhões de anos.

59.

Houve alguma época dourada para os primatas, como houve para os dinossauros?

→ Se bem que os primatas tenham aparecido há 60 milhões de anos, os antropomorfos, dos quais descendemos, chegaram a ser muito numerosos há 20 milhões de anos, mas as alterações climáticas diminuíram os seus efectivos e provocaram a extinção de muitas espécies. Na actualidade, o gibão, o pequeno siamang, o gorila, o chimpanzé, o orangotango e o homem são as únicas espécies sobreviventes de um grupo noutros tempos diversificado.

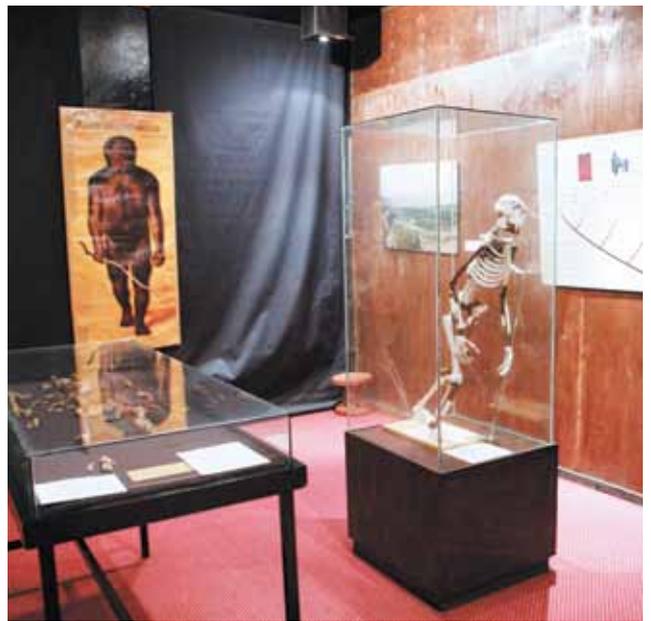




60.

Quem é a Lucy?

→ A música dos Beatles “Lucy in the sky with diamonds” tocava naquele momento no rádio do descobridor dos restos fósseis desta fêmea de *Australopithecus* em Hadar (Etiópia) e daí resultou o seu nome. Trata-se do primeiro homínido, isto é, do fóssil que apresenta características já claramente homínidas. É o homínido mais primitivo, com cerca de 3,6 a 4 milhões de anos de antiguidade. Foi uma das descobertas que mais influenciou os estudos sobre a origem da espécie humana.



61.

A espécie humana sempre caminhou de pé?

→ Nalgum momento, há cerca de cinco a dez milhões de anos, os antepassados dos humanos iniciaram a locomoção bípede.

62.

Que motivos pôde haver para que a locomoção em quatro patas se transformasse em bipedismo na espécie humana?

→ Hoje pensa-se que as alterações climáticas empurraram os nossos antepassados até às savanas. Neste ambiente, o alimento encontrava-se muito disperso, o que os obrigava a percorrer grandes distâncias. Alguns estudos indicam que a

marcha bípede consome menos 50% de calorías do que a marcha quadrúpede do chimpanzé. Esta pode ser uma das razões pela qual os antepassados do homem se tornaram bípedes.

63.

Que provas existem da origem da espécie humana e do bipedismo?

→ O registo fóssil de restos humanos desta época é bastante pobre. Os indícios mais antigos de bipedismo são constituídos por uns ossos de pélvis e de extremidades anteriores descobertos em Hadar, Etiópia, com uma antiguidade situada entre os 3,6 e os 4 milhões de anos. Em Laetoli, Tanzânia, des-

Os restos de Lucy foram encontrados na Etiópia, mais concretamente na depressão de Afar.

cobriram-se numas cinzas vulcânicas umas pegadas de dois *Australopithecus*, um maior e outro mais pequeno, com uma marcha claramente bípede, e que têm uma antiguidade de 3,75 milhões de anos.

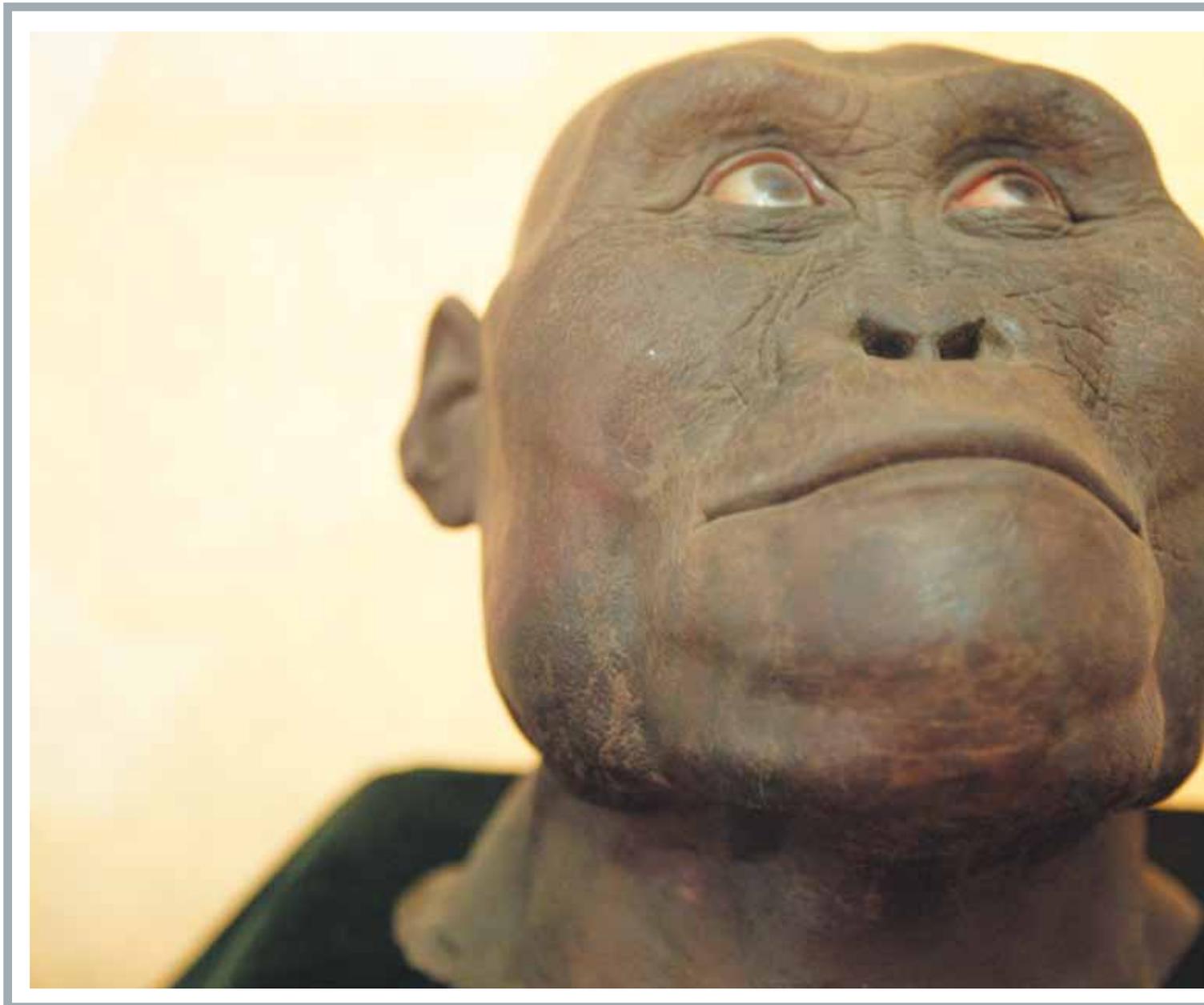
64.

Quando e porque motivos será espécie humana se separou do resto dos primatas antropóides?

→ Os motivos pelos quais uma espécie se separa do tronco comum de outras são complexos e respondem a problemas evolutivos. Após mais de dez anos de escavações numa missão franco-chadiana, descobriu-se o crânio do que se pode considerar o registo mais antigo do grupo dos homínídeos.



A sua antiguidade ronda os 6-7 milhões de anos (Mioceno tardio). A descoberta foi realizada no deserto de Yurab, na actual República do Chade (África Central). Este fóssil, atribuível a um homínídeo, foi designado por Toumaï (nome dado às crianças nascidas na estação seca e que em goran, a língua local, significa esperança de vida). Pensa-se que teve origem no intervalo crucial no qual a linhagem que leva aos actuais humanos diverge da que leva aos chimpanzés. Pertence a um novo género e espécie de homínídeo: *Sahelanthropus tchadensis*.



65.

O que é que caracteriza os antropomorfos em relação a outras espécies do ponto de vista evolutivo?

→ São denominados assim pela sua semelhança com o ser humano. As suas características são as seguintes: em primeiro lugar, o seu habitat encontra-se em climas quentes; em segundo lugar, têm uma grande capacidade craniana com um grande desenvolvimento encefálico. E em terceiro lugar dispõem de um sentido do olfacto pobre mas, pelo contrário, o seu sentido da visão encontra-se muito desenvolvido, pois têm visão estereoscópica (3D) e a cores; e Em quarto lugar, a sua dieta é baseada em semen-

tes, frutos e pequenos animais. As pontas dos seus dedos têm uma grande sensibilidade e revelam uma adaptação a quele tipo de alimentação. O seu modo de vida é diurno, e por último, a maior parte das formas são de grande tamanho.

66.

Todos os *Australopithecus* eram da mesma espécie?

→ Todos os restos fósseis de *Australopithecus* têm-se encontrado em África: Tanzânia, Quênia, Etiópia, Chade e África do Sul. Incluem-se até sete espécies divididas em dois grupos: os *Australopithecus* de formas gráceis (magros) e os *Australopithecus* de formas robustas.

67.

O que é que diferencia os primatas de outros mamíferos na sua evolução para seres mais inteligentes?

→ Os primatas podem ser considerados mamíferos não especializados: não possuem asas, ainda têm quatro extremidades, não podem correr muito depressa, têm geralmente dentes frágeis, carecem de armaduras ou couro grosso que os proteja. No entanto, a combinação das adaptações dos primatas que incluem grandes cérebros, o uso de ferramentas, vida social, visão estereoscópica e a cores, braços e mãos altamente desenvolvidos, dentes versáteis e postura erecta convertem-

Em baixo, reconstrução da cabeça de uma fêmea de *A. afarensis*.

68.

O que é que devemos recordar dos *Australopithecus*?

→ O dado que vale a pena reter é que se trata dos homínídeos mais antigos conhecidos. Viveram há mais de 3,7 milhões de anos e extinguiram-se há 1,1 milhões de anos. O seu aspecto era muito simiesco, inteiramente cobertos de pelo. O seu crânio quase não tinha testa. Tinham os arcos supra-ciliares muito proeminentes, um marcado prognatismo, e a sua capacidade craniana era muito reduzida, apenas 450 centímetros cúbicos. A sua marcha era bípede, mas não caminhavam erguidos. Apresentavam uma baixa estatura, entre 1,10 e 1,50 metros. A sua alimentação era omnívora, não conheciam as técnicas de caça e deslocavam-se pelas savanas de África oriental, onde viviam.



O facto de serem generalistas e sociais, terá favorecido o desenvolvimento de uma inteligência superior à que apresenta o resto dos mamíferos.

69.

Então, de que família de antropomorfos deriva a espécie humana?

→ Os antropomorfos dividiram-se em várias famílias. Os mais próximos dos seres humanos são os pongídeos, macacos antropomórficos de grandes dimensões com extremidades anteriores mais longas do que as posteriores, sem calosidades nas nádegas e sem cauda. Esta família inclui as seguintes espécies actuais: Gorila (*Gorilla gorilla*) dos bosques da África central e ocidental; o Chimpanzé (*Pan troglodytes*) e o bonobo (*Pan paniscus*) da África central e ocidental; e o Orangotango (*Pongo satyrus*), de Bornéu e Sumatra. E, por outro lado, os hominídeos, caracterizam-se por exibir uma posição erecta, um grande desenvolvimento cerebral, a sua elevada capacidade cognitiva e por complexas relações sociais. Compreendem uma variedade de espécies fósseis e a espécie humana, distribuída por todo o planeta.

70.

Somos a única espécie sobrevivente de hominídeos?

→ Sim, somos. Embora sejam conhecidas numerosas espécies fósseis de hominídeos, a nossa, *Homo sapiens*, constitui a única sobrevivente. O último sobrevivente próximo, o *Homo neanderthalensis*, extinguiu-se há menos de 30.000 anos, embora existam evidências recentes que sugerem que o *Homo floresiensis* sobreviveu até há pouco mais de 12.000 anos.



71.

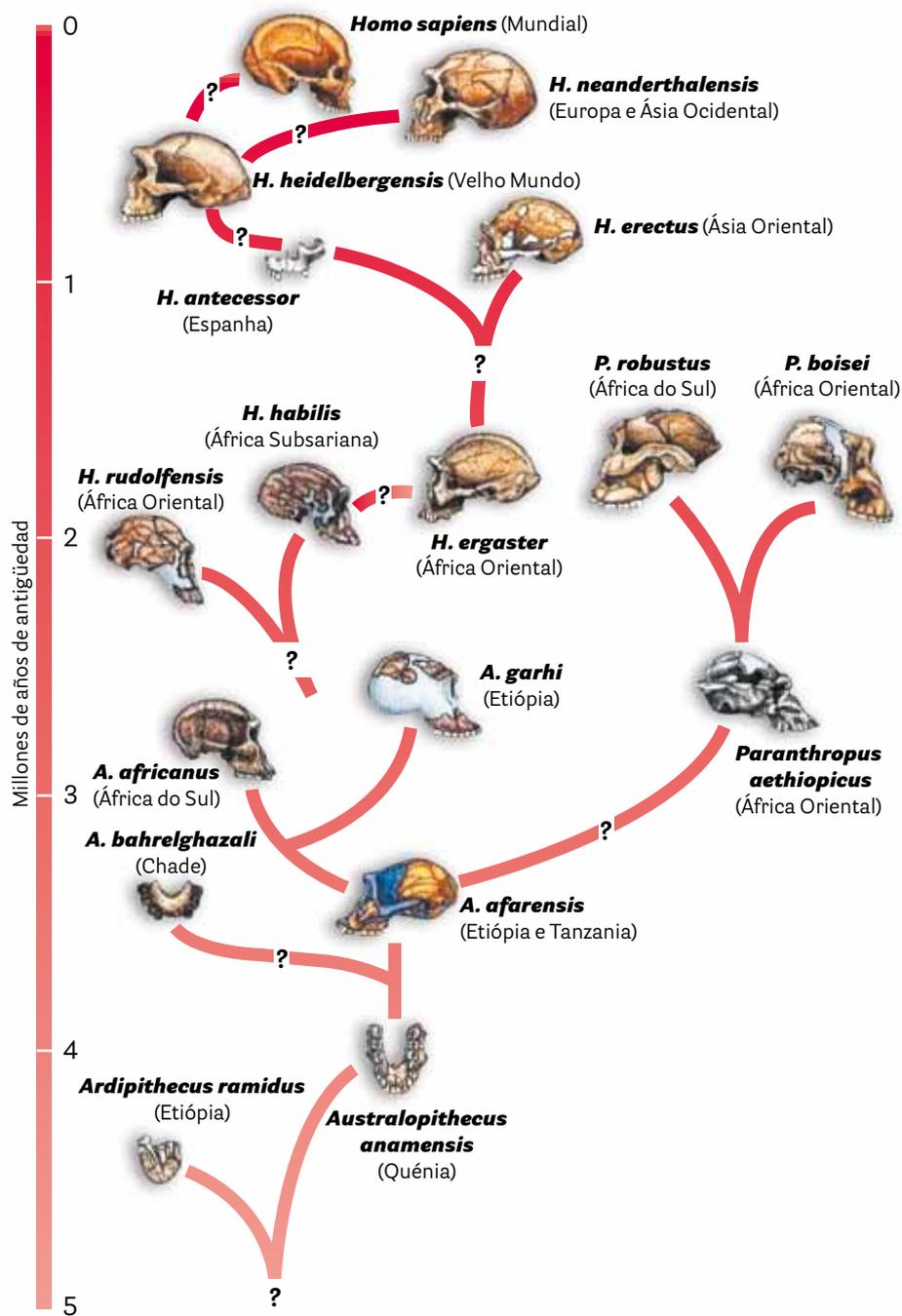
Quando aparece o homem de Neanderthal e em que é diferente dos anteriores?

→ O *Homo neanderthalensis* apareceu há uns 200.000 anos e extinguiu-se há apenas 30.000. A sua capacidade craniana era de 1.500 cm³, maior do que a do homem actual. A sua estatura média era de aproximadamente 1,55 m. O seu aspecto era muito semelhante ao da nossa espécie, mas as características da sua face eram ainda muito grosseiras. Fabricava gumes de faca e pontas de flecha. Praticava enterramentos.

72.

Procedemos todos dos mesmos *Australopithecus*?

→ Há uns dois milhões de anos, após um longo período (de um milhão de anos) de poucas mudanças, seis espécies de hominídeos evoluíram em resposta às alterações climáticas associadas ao início da Idade do Gelo. Apareceram dois grupos: o dos *Australopithecus*, de cérebro menor e que não utilizava ferramentas, e a linhagem que leva ao género *Homo*, com cérebros maiores e utilização de ferramentas. Os *Australopithecus* extinguíram-



-se há um milhão de anos. Com um registo fóssil incompleto, pensou-se que os *Australopithecus* ou, pelo menos a sua forma menor, os *A. africanus*, eram antecessores do *Homo*. No entanto, descobertas recentes, levaram à reavaliação dessa hipótese. Uma coisa é certa: os caracteres humanos evoluíram como um mosaico a diferentes velocidades e em diferentes tempos: alguns estabeleceram-se rapidamente (esqueleto, dieta), enquanto outros desenvolveram-se mais tarde (fabrico de ferramentas, linguagem, uso do fogo).

73.

Que espécie é então considerada a nossa antecessora directa?

→ Um conjunto de diferentes espécies evoluiu há cerca de 2 a 2,5 milhões de anos no continente africano. A espécie *Homo* tinha o cérebro maior, o crânio proporcionado e dentição diferente da do *Australopithecus*. Há cerca de 1,8 milhões de anos, os primeiros *Homo* (*Homo habilis*) deram origem ao *Homo erectus*, a espécie considerada nossa antecessora. Depois dela apareceram o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens*.

Na imagem superior esquerda, pode apreciar-se o maior tamanho do crânio do *Homo neanderthalensis*

74.

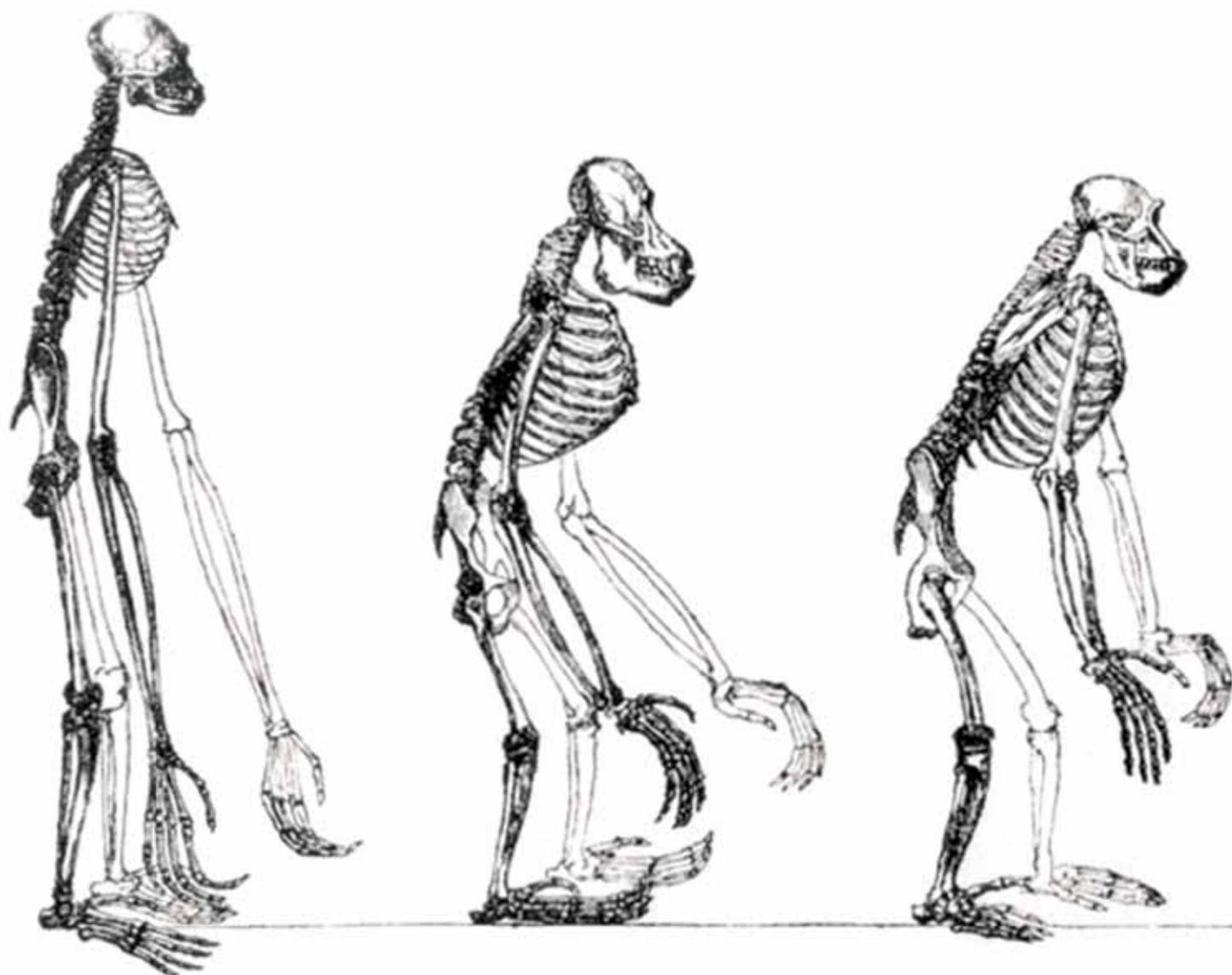
As origens do homem começaram em África?

→ Todas as provas arqueológicas e paleontológicas de que dispomos assim o indicam.

75.

Quem foram o *Homo erectus* e o *Homo habilis*?

→ O *Homo erectus* difere das primeiras espécies de *Homo* por ter um cérebro de maior tamanho, o rosto plano e o arco supraciliar proeminente. O *Homo erectus* é similar aos humanos modernos em tamanho, mas tem algumas diferenças na



GIBBON.

ORANG.

Skeletons of the
CHIMPANZEE.

forma do crânio, testa proeminente e diferenças nos dentes. Apareceu há 1,8 milhões de anos e extinguiu-se há 200.000 anos. A sua capacidade craniana era já de 1.000 cm³. Caminhava bípede e totalmente erguido. A sua estatura média era de aproximadamente 1,70 m. Era caçador, talhava pedra e dominava o fogo. Ocorreu em África, Ásia e Europa. O *Homo habilis* apareceu há 2,5 milhões de anos e extinguiu-se há 1,6 milhões de anos. Tinha um crânio semelhante ao dos *Australopithecus* mas com maior capacidade craniana: 750 cm³. Caminhava bípede e erguido. A sua estatura oscilava entre 90 cm e 1,8 me-

tros. Habitava em África e era caçador. Empregava já utensílios como lascas e rudimentares ferramentas de madeira.

76.

Quem foi o Homem de Cromagnon?

→ O Homem de Cromagnon era indistinguível do homem actual, que apareceu há uns 150.000 anos e a sua capacidade craniana é de 1.400 cm³. A sua estatura média é de 1,65 metros. Caracterizava-se por fabricar utensílios de caça, ornamentais e domésticos de madeira, marfim, pedra, etc., e também pelas suas representações artísticas, como as pinturas rupestres.

77.

Significa isto que o *Homo sapiens* conviveu com o Homem de Neanderthal?

→ Na verdade, ambos conviveram durante 80.000 anos. Não se sabe, com certeza, se a relação entre ambos era pacífica ou não, mas a hipótese mais aceite, actualmente, baseada na ideia da exclusividade ecológica (duas espécies que utilizam os mesmos recursos não podem co-existir), sugere que mantiveram uma dura competição que levou à extinção do *Homo neanderthalensis*. Há bastante tempo colocou-se a hipótese a ideia de que o *Homo*



GORILLA.

MAN.

sapiens que habitava na Europa teria podido reproduzir-se com o homem de Neanderthal. No entanto, estudos muito recentes baseados na comparação do DNA de ambas as espécies sugerem que a hibridação entre ambas espécies não se produziu, ou ocorrem em grau muito reduzido.

78. Evoluiu o Neanderthal gradualmente para o humano moderno, ou foram substituídos por formas modernas originadas de uma só população?

→ Existem duas hipóteses. A hipótese “Out-of-Africa” sugere que o homem de Neanderthal era uma espécie separada (*Homo neanderthalensis*) que foi substituída à medida que os humanos modernos (*Homo sapiens*) saíam de África. A hipótese da multi-regional sugere que o homem de Neanderthal foi uma subespécie (*Homo sapiens neanderthalensis*) que

Ilustração comparativa de diferentes esqueletos humanos publicada por Thomas Henry Huxley no seu trabalho *Evidence as to Man's Place in Nature*, de 1863/ Benjamin Waterhouse Hawkins.

terá dado a origem aos humanos modernos (*Homo sapiens sapiens*). Esta última hipótese tem cada vez menos apoio.

79. Como é que os antecessores do homem se espalham pelo resto do mundo após a saída de África?

→ Após a sua origem em África, o *Homo erectus* parece ter saído rapidamente de África até à Europa e à Ásia (Eurásia) em pequenos grupos populacionais. No entanto, um bom número de *Homo erectus* permaneceu em África e evoluiu até ao *Homo sapiens*. Deste modo, há uns 100.000 anos, estes saíram de África para o que é hoje o Médio Oriente e Ásia Ocidental, que já estava povoada há 60.000 anos. Há 40.000 anos, isto é, 20.000 anos depois, estenderam o seu território até o que é hoje a Austrália e a Europa. A partir daí, deslocaram-se há uns 25-30.000 anos, ocupando o resto da Ásia. Chegaram a outros territórios do Norte e Gronelândia há uns 10.000-20.000 anos.

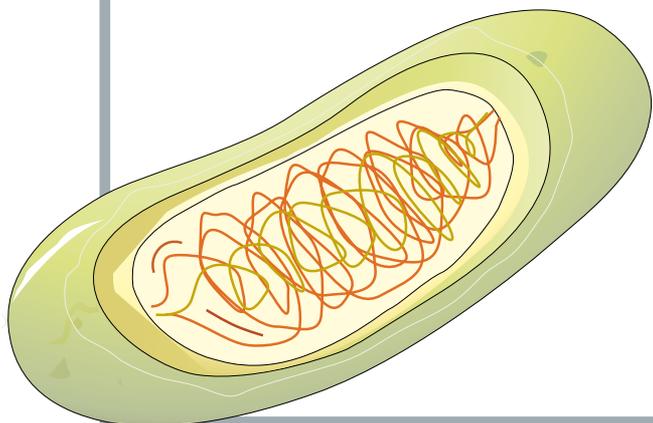
80. E como e quando chegaram até América?

→ A América foi povoada a partir da Ásia através de uma passagem terrestre temporária, localizada onde actualmente se situa o Estreito de Bering, que unia a Sibéria (Ásia) e o Alasca (América do Norte) durante as glaciações. De acordo com a evidência genética mais recente, é provável que todas as populações indígenas das Américas descendam de uma única população com origens remotas na região do lago Baikal, embora o número de vagas migratórias que deu origem aos ameríndios tenha sido, até há pouco, uma questão muito debatida. Apesar de a data de entrada dos primeiros homens na América não estar ainda estabelecida, vários estudos genéticos apontam para períodos próximos do último máximo

83.

Como eram os primeiros seres vivos que apareceram na Terra?

→ Os seres primitivos que existiam há 3.600 milhões de anos eram semelhantes às bactérias mais primitivas que existem na actualidade. Sabemos isto porque foram encontrados fósseis de organismos procariotas em rochas com essa idade.



84.

Quem foi Redi?

→ Francisco de Redi foi um naturalista e fisiólogo italiano que nasceu em Arezzo, em 1626, e morreu em Pisa, em 1698. Demonstrou que, ao contrário do que se pensava na altura, os insectos não nascem por geração espontânea. Realizou estudos sobre o veneno das víboras e escreveu "Observações sobre as víboras". Foi também poeta e pertenceu à Academia da Crusca, cultivando principalmente o género humorístico.

85.

Quais foram as experiências de Redi?

→ No tempo de Redi (século XVII) acreditava-se que os seres vivos podiam criar-se a partir de matéria inanimada, o que se conhece como teoria da geração espontânea. Redi colocou 3 pedaços de carne em três recipientes. Um deixou-o sem cobertura, outro cobriu-o com um papiro, e um terceiro com uma fina gaze. Após vários dias observou que apenas no primeiro apareciam vermes, terminando assim com a teoria da geração espontânea dos insectos.

glaciar, há volta de 15 a 20 mil anos.

81.

Quando aprende o ser humano a falar?

→ A variação genética que permitiu a evolução da linguagem poderia ter-se espalhado entre a população humana há uns 200.000 anos (próximo do momento em que emerge o actual homem moderno), o que constitui um dos principais motores da sua expansão. A linguagem humana baseia-se na possibilidade do controlo preciso dos músculos da laringe e da boca. Identificou-se um gene relacionado com a linguagem humana, tendo por base uma mutação no gene FOXP2, encontrada nos membros de uma família inglesa com dificuldades na fala. Existem diferentes versões deste gene em chimpanzés, gorilas, orangotangos,

Em cima, esquema de um organismo unicelular. À direita, capa do livro *Experiências acerca da criação dos insectos*, de Redi /MEC

cies, incluindo ratos. Mas não há dúvida de que não se trata do único gene envolvido na capacidade humana de falar.

82.

Quando aparece a vida no nosso planeta?

→ Há uns 13.000 milhões de anos originou-se o Universo, e há cerca de 4.600, o Sistema Solar e a Terra. Há 3.800 milhões de anos, consolidou-se a crosta terrestre do planeta, e formaram-se os oceanos e mares. Há 3.600 milhões de anos originou-se a vida na Terra.



Macacus rhesus e outras espé-

ESPERIENZE
Intorno alla Generazione
DEGL'INSETTI
FATTE
DA FRANCESCO REDI
Gentilissimo Arcano, e Accademico della Crusca
E da Lui scritte in una Lettera
ALL' ILLVSTRISSIMO SIGNOE
CARLO DATI.
Quinta Impressione.



86.

Quem foi Louis Pasteur?

→ Louis Pasteur, químico e biólogo francês, filho de um curtidor, nasce em Dôle, em 1822, e cresce na pequena cidade de Arbois. Em 1847, obteve o doutoramento em física e química pela *École Normale de Paris*. As suas descobertas foram importantíssimas. Fundou a ciência da microbiologia, demonstrou a teoria dos gérmens como causadores de doenças (agentes patogénicos), inventou o processo que tem o seu nome - pasteurização - e desenvolveu vacinas contra várias doenças, entre as quais a raiva.

87.

Que experiência de Pasteur teve a ver com a geração espontânea de organismos?

→ As experiências de Pasteur têm muito que ver com a criação de novos seres e a evolução dos micro-organismos. Numa das experiências, colocou caldo de carne num recipiente de cristal que tinha o cone em forma de cotovelo e pô-lo a ferver. Observou, desta forma, que, após arrefecimento, não se desenvolviam no caldo micro-organismos, e que este se mantinha não contaminado durante muito tempo. No entanto, se se partisse o cone do recipiente, ou se este fosse inclinado até que o caldo ultrapassasse a zona acotovelada do cone, este era contaminado em pouco tempo. Portanto, para a proliferação de micro-organismos ocorrer numa determinada matéria é necessário que ocorra a sua contaminação.



88.

Então, com as experiências de Redi e Pasteur ficou demonstrado que não é possível produzir vida por geração espontânea?

→ De facto, a conclusão foi a de que a vida não se gera de forma espontânea a partir de matéria inerte. No entanto, já no século XX, um cientista russo, Oparin, retomou as ideias da geração espontânea e desenvolveu a teoria sobre a origem abiótica dos seres vivos.



89.

Quem foi Oparin?

→ Alexander Ivánovich Oparin (1894-1980) foi um bioquímico russo pioneiro no desenvolvimento de teorias bioquímicas sobre a origem da vida na Terra. Oparin graduou-se na Universidade de Moscovo, em 1917, onde foi nomeado catedrático de bioquímica em 1927 e, de 1946 até a sua morte, foi director do Instituto de Bioquímica A. N. Backh de Moscovo.



90.

Foi possível demonstrar de alguma forma a revolucionária teoria de Oparin?

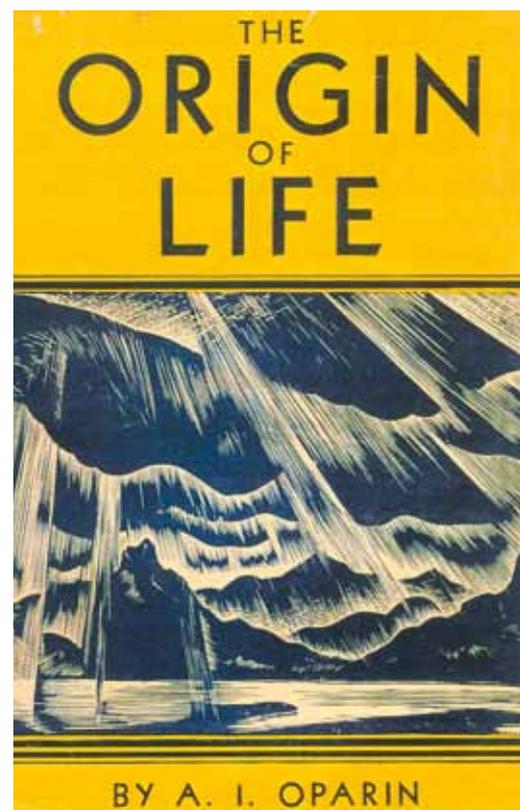
→ O cientista americano Stanley Miller realizou, em 1953, uma conhecida experiência simulando as condições iniciais da origem da vida na Terra, de acordo com a teoria de Oparin, quando, com 23 anos, era ainda bolseiro na Universidade de Chicago. O resultado dessa experiência foi de grande importância e abriu uma nova linha de pensamento científico.

91.

O que explica a teoria sobre a origem abiótica dos seres vivos de Oparin?

→ Baseia-se nos seguintes passos.

- 1) Situa o ponto de partida há 3.800 milhões de anos. Naquela altura, a atmosfera era composta por metano (CH₄), amoníaco (NH₃), hidrogénio (H₂) e vapor de água (H₂O), e era redutora e anaeróbia. No entanto, nestas substâncias encontravam-se já os principais bioelementos que formam a matéria viva: carbono (C), azoto (N), hidrogénio (H) e oxigénio (O).
- 2) Formação das biomoléculas. As radiações solares e as descargas eléctricas das trovoadas proporcionaram a energia suficiente para que as componentes da atmosfera reagissem e formassem as biomoléculas, compostos orgânicos simples como os que agora formam os principais compostos dos seres vivos.
- 3) Quais eram estas biomoléculas? Formaram-se açúcares, gorduras simples, aminoácidos e outras mais simples que reagiram entre elas para dar lugar a moléculas mais complexas.
- 4) O caldo primitivo. Segundo Oparin, os compostos orgânicos que se formaram na atmosfera foram arrastados até aos mares pelas chuvas e ali, ao longo de milhares de anos, concentraram-se formando uma solução espessa de água e moléculas orgânicas e inorgânicas a que ele chamou o caldo primitivo.
- 5) Os precursores das bactérias: Neste caldo primitivo, algumas moléculas formaram membranas, dando origem a estruturas esféricas chamadas coacervados. Alguns puderam concentrar no seu interior enzimas com as quais conseguiram fabricar as suas próprias moléculas e obter energia. Por fim, alguns coacervados puderam adquirir o seu próprio material genético e assim a capacidade de replicar-se (reproduzir-se). Formaram-se assim os primeiros procariontos.



93.

Existe apenas uma teoria científica sobre a origem da vida na Terra?

→ Não, existem diversas teorias que podem ser separadas em dois grandes grupos:

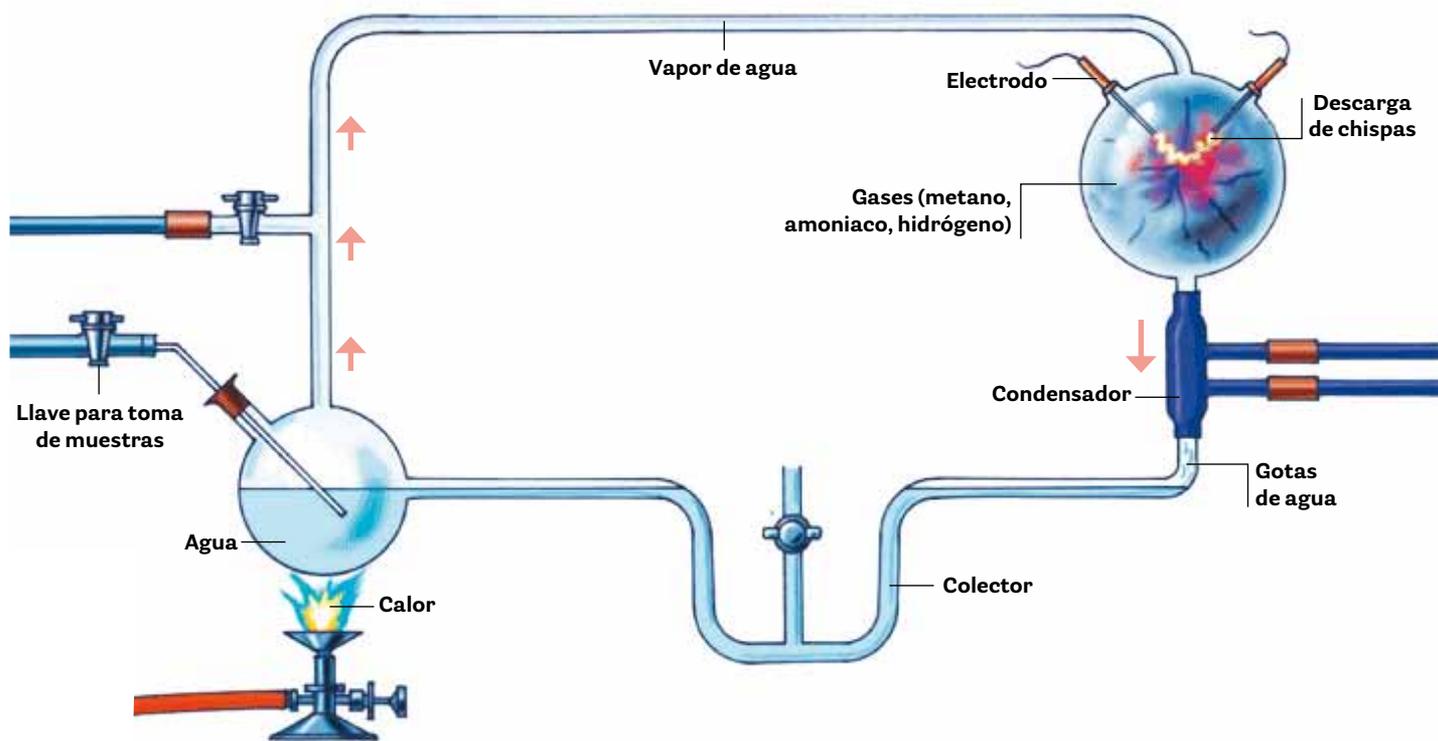
1) Teorias da origem abiótica dos seres vivos. Estas são as

Capa do livro *A Origem da Vida*, onde Oparin explica a sua teoria.

que defendem que a origem ocorre neste planeta a partir de matéria inerte.

2) Teorias da panspermia, que sugerem que a origem teve lugar noutro planeta e chegou à Terra através de algum corpo celeste, como um cometa, um asteróide, etc. Uma possível consequência da panspermia

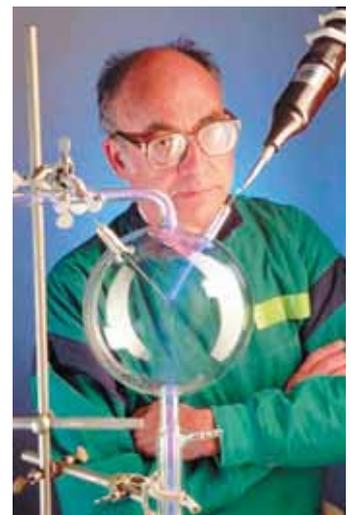
seria a ideia de que toda a vida no Universo possuiria uma base bioquímica semelhante, a menos que se comprovasse a existência de mais do que uma fonte original de vida. Os que defendem esta teoria não aceitam o facto de que a matéria inerte possa dar origem à vida, sob circunstância alguma. No



92.

Em que consistiu a experiência de Miller?

→ Construiu um dispositivo em forma de circuito. Num frasco em balão (recipiente de vidro) verteu água não contaminada. Tentou reproduzir com calor os efeitos dos raios solares até que a água se converteu em vapor. Adicionou a estes vapores uma mistura de gases como a que formava a primitiva atmosfera da Terra nas suas origens. Depois, aplicou descargas eléctricas ao resultado da mistura, simulando as que eram libertadas nas trovoadas e, efectivamente, estas fizeram reagir a mistura. A seguir, um condensador arrefecia o líquido resultante e os compostos produzidos dissolviam-se na água do frasco em balão, fechando o circuito. Após algum tempo, através de uma chave extraiu parte do líquido do frasco em balão para analisá-lo. O assombroso resultado foi que Miller pôde comprovar que se tinham formado muitas biomoléculas: açúcares simples, aminoácidos, etc., de grande importância na constituição dos seres vivos. Desta forma, Miller demonstrou que as primeiras etapas previstas pela teoria de Oparin eram possíveis.



entanto, esta teoria está obrigada a explicar o aparecimento da vida noutra lugar fora da Terra.

94.

Então, continua a pensar-se, ainda hoje, que a origem da vida não foi possível por geração espontânea?

→ A geração espontânea também conhecida como auto-gênese, é uma antiga teoria biológica de abiogénese, e sustentava que podia surgir vida animal e vegetal (vida com-



Imagem de Alexander Lvánovich Oparin no laboratório. / MEC

plexa) de forma espontânea, a partir de matéria inerte. Apesar das experiências de Redi e Pasteur, a teoria de Oparin e a experiência de Miller mudaram a perspectiva que se tinha até há apenas meio século sobre a origem da vida. Hoje, pensa-se que, efectivamente, a geração espontânea não é possível na actualidade, mas que há 3.600 milhões de anos se deram as condições que a fizeram possível graças a um processo muito lento que pôde demorar milhões de anos. muito lento que pôde demorar milhões de anos.

95.

Mas então, se no nosso DNA temos provas de todos os nossos antepassados comuns que partilhamos com outras espécies, também deveríamos ter algo em comum com organismos como as bactérias?

→ Na verdade, será espécie humana partilha até 98,8% do seu DNA com o chimpanzé, o nosso parente mais próximo. No entanto, também partilhamos uns 200 genes com as bactérias. Essa é outra das pro-



vas da evolução das espécies e da origem comum e remota de todas elas. De facto, os genes comuns a bactérias e humanos não saltaram directamente de uns para os outros, mas foram sim herdados de antepassados comuns, segundo investigações recentes, cujas provas estão a resolver agora uma disputa evolutiva e acalmando os temores sobre os organismos geneticamente modificados.

96.

Em que momento começou a haver oxigénio na atmosfera da Terra que permitisse a vida aeróbia que hoje conhecemos?

→ Há 2.500 milhões de anos desenvolveram-se as cianobactérias. Este tipo de bactérias foi o primeiro capaz de realizar fotossíntese e, portanto, de produzir oxigénio. Quinhentos milhões de anos mais tarde, a atmosfera da Terra já tinha mudado, já era oxidante e aeróbia. Há cerca de 1.500 milhões de anos, originaram-se as primeiras células com núcleo, as chamadas células eucariotas, que por sua vez se agruparam para dar origem a colónias de células como os actuais *Volvox*. Estes organismos primitivos evoluíram e, em 500 milhões de anos, isto é, há 1.000 milhões de anos, desenvolveram-se os primeiros organismos pluricelulares vegetais (algas) e os primeiros animais de corpo mole (esponjas, vermes marinhos, medusas, pólipos...).



97.

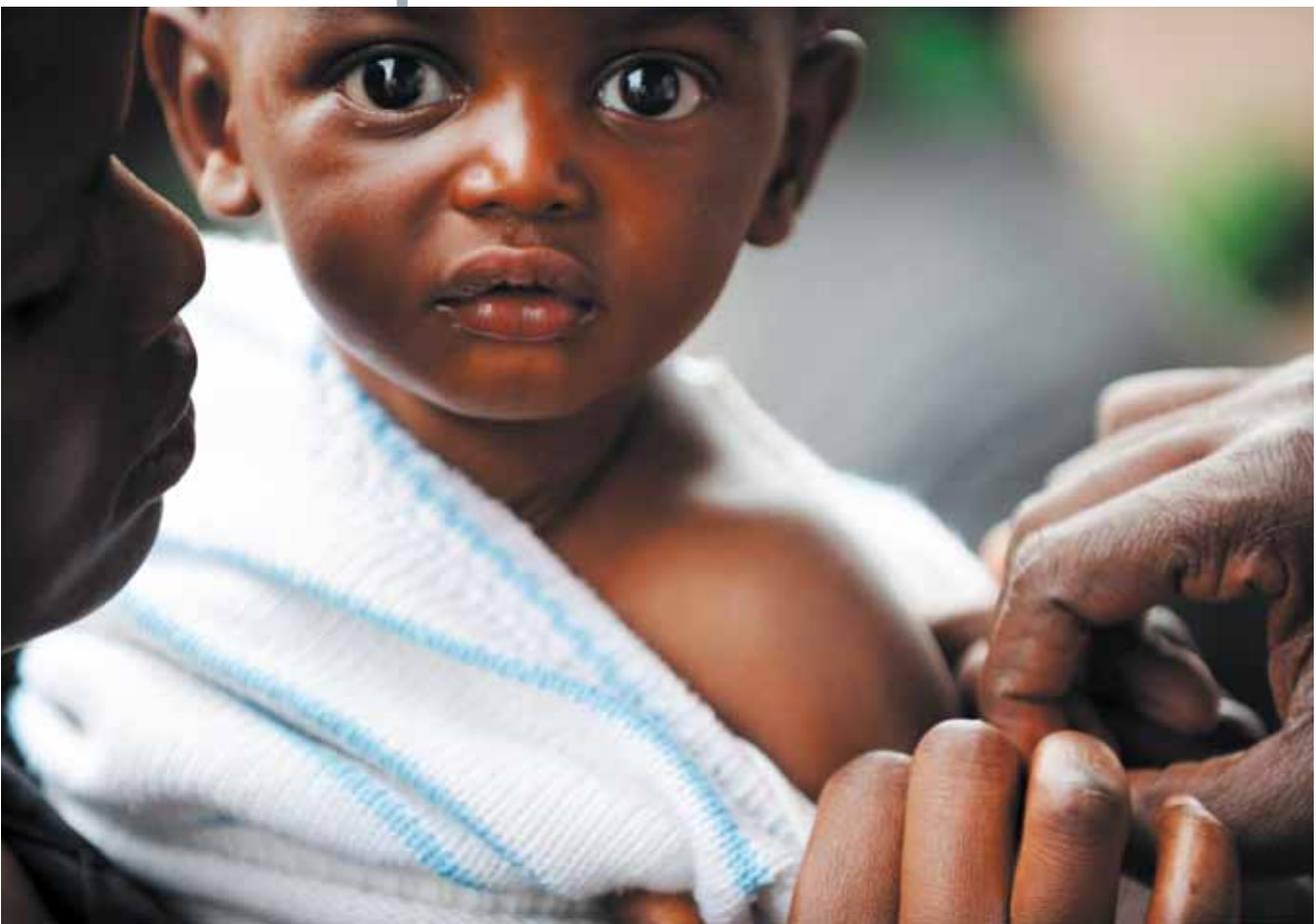
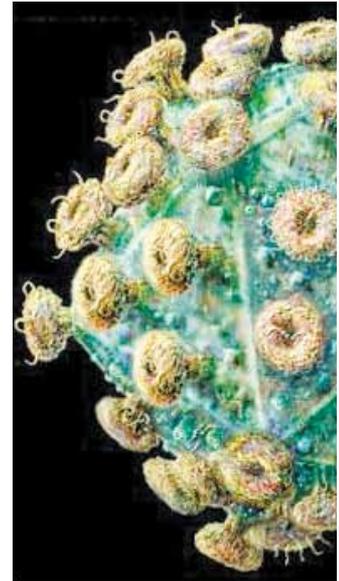
Como é a evolução de organismos como os vírus e as bactérias, e em que se diferencia da evolução do resto de organismos?

→ Os vírus e as bactérias são organismos que geralmente se reproduzem muito rapidamente e fazem-no com uma taxa de mutação (isto é, com uma quantidade de modificações por cada geração) muito elevada. Ao estudá-los encontramos a existência de populações muito diversas com características muito variáveis que, por exemplo, lhes permitem encontrar a forma de enganar o sistema imunitário dos seus hospedeiros.

98.

É verdade que os humanos são os seres vivos mais evoluídos?

→ Essa é uma visão clássica que existe desde a antiga Grécia e que Darwin destruiu completamente com os seus contributos. Não existem organismos mais ou menos evoluídos (embora sim mais ou menos complexos). Todos formamos parte de uma cadeia evolutiva que se iniciou há 4.000 milhões de anos no nosso planeta e todos os organismos que encontramos hoje existem porque lhe estão adaptados.



Na página anterior, diferentes exemplos de cianobactérias.

99.

Que aplicações tem a teoria da evolução na nossa vida diária?

→ Muitas. Alguns dos exemplos mais claros vêem-se em certas aplicações da medicina. Por exemplo, o fabrico de vacinas baseia-se na evolução dos micro-organismos que provocam as doenças. No caso da gripe, todos os anos o vírus sofre mutações, pelo que cada inverno é necessário fabricar uma nova vacina. Os tratamentos contra a SIDA são um exemplo de uma estratégia de ataque a partir de vários flancos contra um agente patogénico que evolui a grande velocidade.



100.

Existem outras aplicações da teoria evolutiva fora do campo da medicina?

→ A agricultura é outro campo no qual a aplicação da teoria evolutiva teve grandes benefícios para o homem. Aplicamos os princípios da seleção artificial há milhares de anos, sem saber, através da escolha das melhores sementes para a colheita seguinte, das melhores plantas, das mais resistentes, das que oferecem melhores frutos... O que pressupõe a aplicação de princípios evolutivos. Do mesmo modo, os conhecimentos evolutivos também se aproveitam na luta contra as pragas. Também é de destacar que a aplicação da teoria evolutiva ao estudo do comportamento humano deu origem à disciplina conhecida como psicologia evolutiva, que está a contribuir de maneira decisiva para que nos conheçamos melhor.









**100 Perguntas, 100 Respostas
Especial Evolução**

Plano de Divulgação de Conhecimento
de Andalucía - Andalucía Innova
Conselheria de Economía, Inovação
e Ciência

Secretaría General de Universidades,
Investigación e Tecnología
Avda. Albert Einstein s/n
41092 Sevilla
Tel.: +34 954 995314 / +34
954995317
Fax.: +34 954 995161
E-mail: info@andaluciainvestiga.com
Web: www.andaluciainvestiga.com

**Conselheiro de Inovação, Ciência e
Empresa**
Martín Soler Márquez

**Secretário Geral de Universidades,
Investigação e Tecnologia**
Francisco Triguero Ruiz

**Directora Geral de Investigação,
Tecnologia e Empresa**
Susana Guitar Jiménez

Director Geral de Universidades
María Victoria Román González

**Coordenador do Plano de Divulgação
de Conhecimento**
Ismael Gaona Pérez

**Técnicos do Plano de Divulgação e
de Conhecimento**
Lucrecia Hevia Bertrand (**Conteúdos**)
Ana María Pérez Moreno (**Serviços
web**)
Carolina Moya Castillo (**Publicações**)

Análise e documentação
Carmen Gavira

Autora
Ruth Medina de Noriega

Comité científico
Manuel Soler
Santiago Merino



Desenho
Servicio Telegráfico

Desenho Português
Carla Ferreira

Tradução para Português
Marta Lopez

Revisão
Nuno Ferrand e Jorge Rocha

Impressão em Espanha
Artes Gráficas Gandolfo

Impressão em Portugal
Gráfica Invulgar

Depósito legal
SE-5955-09

Andalucía Innova não é responsável pelas
opiniões dos autores dos artigos. É permitida
a cópia e divulgação do conteúdo desta
publicação mediante autorização prévia.

U. PORTO 100



a evolução de **Darwin**

