

REVISTA DE
DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA
DA SBPC

261

INSTITUTO
Ch
CIÊNCIA HOJE



**SB
PC**

VOL. 44
JULHO
2009
R\$ 9,95

AMAZÔNIA
O desmatamento e o
aquecimento global

ASTRONOMIA
O lado escuro
do universo

PODE SURTIR OUTRA
ESPÉCIE HUMANA?

UMA NOVA VISÃO
FILOSÓFICA DA NATUREZA

A CONTRIBUIÇÃO DE
WALLACE E LAMARCK

Darwin e a evolução

Uma teoria que mudou o mundo

Uma teoria revolucionária

Há 150 anos, era publicado um livro que mudaria radicalmente nossa concepção da natureza. *A origem das espécies*, do naturalista inglês Charles Darwin, propunha uma teoria avassaladora: a de que existiria um parentesco evolutivo entre todos os seres vivos, mostrando que os humanos e os macacos descendem de um ancestral comum.

Dessa forma, Darwin rompia com o dogmatismo religioso que concebe a nossa espécie como fruto da criação divina. Com sua teoria, ele atribuía um novo significado para o ser humano: o produto de um processo natural responsável por toda a diversidade biológica existente.

Mais de um século e meio depois, a obra de Darwin se mantém atual e poderosa: ela sobreviveu a todos os testes a que foi submetida desde sua origem. Com a incorporação dos conhecimentos advindos da genética, ela atingiu sua maioridade e mostrou-se capaz de contestar as teorias criacionista e de desenho inteligente, limitando-as a alternativas que não estão à altura do evolucionismo, por terem argumentos religiosos e não científicos.

Nesta edição, quatro artigos examinam a teoria da evolução sob diferentes olhares. E, para lembrar o cenário em que a obra nasceu, a revista apresenta ainda as contribuições de Jean-Baptiste de Lamarck e de Alfred Wallace. Um legado de tirar o fôlego.

A redação

INSTITUTO CIÊNCIA HOJE • Organização da Sociedade Civil de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua responsabilidade a publicação das revistas *Ciência Hoje* e *Ciência Hoje das Crianças*, *CH on-line* (internet), *Ciência Hoje na Escola* (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista *Ciencia Hoy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPq), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515

DIRETORIA

Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPERJ)
Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ) • Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFRJ)
Superintendente Executiva • Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira • Lindalva Gurfield
Superintendente de Projetos Estratégicos • Fernando Szklo

CIÊNCIA HOJE • SBPC

Editores Científicos • Ciências Humanas e Sociais – Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERJ) • Ciências Ambientais – Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFRJ) • Ciências Exatas – Ivan S. Oliveira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas) e Suely Druck (Instituto de Matemática/UFF) • Ciências Biológicas – Débora Foguel (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ)

REDAÇÃO

Editora Executiva • Alicia Ivanishevich; **Editora Assistente** • Sheila Kaplan; **Editor de Forma e Linguagem** • Cássio Leite Vieira; **Editor de Texto** • Ricardo Menandro; **Setor Internacional** • Cássio Leite Vieira; **Repórteres** • Fred Furtado, Mariana Ferraz e Tatiane Leal; **Colaboraram neste número** • Luan Galani; **Revisoras** • Elisa Sankuevitz e Maria Zilma Barbosa; **Secretária** • Theresa Coelho
ARTE • Ampersand Comunicação Gráfica S/C Ltda.
Diretora de Arte • Claudia Fleury; **Programação Visual** • Carlos Henrique Viviani e Raquel P. Teixeira; **Computação Gráfica** • Luiz Baltar; (ampersand@ampersanddesign.com.br); **Diagramação** • João Gabriel Magalhães

SUCURSAIS

SUL • Curitiba • Correspondente • Roberto Barros de Carvalho (chsul@ufpr.br). End.: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Comunicação Social, Rua Bom Jesus, 650, Juvevê. CEP 80035-010, Curitiba, PR. Tel.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do Paraná

SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL • Superintendente • Ricardo Madeira; • **Publicidade** • Sandra Soares; **Projetos educacionais** • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (0xx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciahoje.org.br). **Circulação e assinatura** • Gerente • Andréia Marques. Telefax: (0xx21) 2109-8959 (amarques@cienciahoje.org.br)

REPRESENTAÇÕES

SALVADOR • Coordenador Científico • Caio Mário Castro de Castilho (UFBA) (caio@ufba.br). End.: Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador, BA. Tel.: (0xx71) 3263-6660. Fax: (0xx71) 3263-6606

REPRESENTANTES COMERCIAIS

BRASÍLIA • Joaquim Barroncas – Tels.: (0xx61) 226-1824/9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824

PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo

RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana

EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri

IMPRESSÃO • Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

CIÊNCIA HOJE • Av. Venceslau Brás, 71, fundos – casa 27 – CEP 22290-140, Rio de Janeiro-RJ Tel.: (0xx21) 2109-8999 – Fax.: (0xx21) 2541-5342 • Redação (cienciahoje@cienciahoje.org.br)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. **Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (0xx11) 3259-2766 e Fax: (0xx11) 3106-1002.



Ciência Hoje e CNPq/MCT são parceiros no fortalecimento da iniciação científica e na popularização da ciência

Apoio



ATENDIMENTO AO ASSINANTE E NÚMEROS AVULSOS
0800 727 8999

No Rio de Janeiro: (0xx21) 2109-8999
CH On-line: www.ciencia.org.br
 chonline@cienciahoje.org.br

PARA ANUNCIAR
 TELFAX.: (0xx11) 3539-2000
 cienciasp@cienciahoje.org.br

34 Darwin e a teoria da evolução

Sem a teoria da evolução, a biologia torna-se uma miscelânea de fatos sem significado, mas essa ideia fundamental ainda sofre ataques, que agridem o modo de pensar científico.

Por José M. Amabis e Blanche C. Bitner-Mathé

40 Vestígios da criação

Um livro sobre o tema da transmutação das espécies, lançado em 1844, preparou as mentes da época para que a teoria da evolução de Darwin pudesse ser aceita.

Por Carlos Guerra Schrago

44 Nosso lugar na diversidade biológica

Se a evolução continua atuando, poderia surgir na Terra outra espécie humana? Para que isso ocorra, segundo os cientistas, seriam necessárias condições especiais.

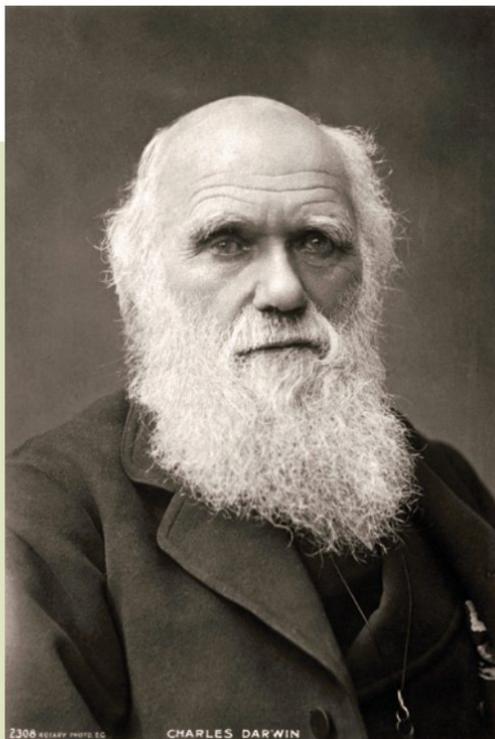
Por Claudia A. de M. Russo e Carolina M. Voloch

22 A Amazônia e o aquecimento global

Apesar da importância das florestas tropicais, ainda há muita incerteza sobre o tamanho dos estoques de carbono associados a elas e sobre o seu papel no aquecimento global.

Por **Ciro A. Righi**, **Carlos C. Cerri**, **Brigitte J. Feigl** e **Paulo Maurício L. de A. Graça**





2308 GETTY PHOTO EG CHARLES DARWIN

Capa: Keystone

50 Darwin foi um materialista?

Darwin teve que rejeitar o materialismo do século 18 para, no século seguinte, poder lançar suas ideias (neo)mecanicistas sobre a evolução de todos os seres vivos.

Por **Paulo Cesar C. Abrantes**

28 Energia e matéria escura

O modelo cosmológico aceito hoje procura explicar o universo observado, mas para isso precisa recorrer a um 'universo-fantasma', formado por substâncias misteriosas.

Por **Raul Abramo e Rogério Rosenfeld**

O LEITOR PERGUNTA

- 6 É verdade que o açúcar é prejudicial à saúde dos beija-flores?
- 6 Como agem os alvejantes nas roupas coloridas e nas brancas?
- 7 Qual é a alimentação dos índios Ticuna?
- 7 O que é anemia de Fanconi e como essa doença deve ser tratada?

ENTREVISTA

- 8 **Eduardo Kac**
A poética da comunicação entre espécies
Para o artista plástico brasileiro, a arte pode criar novas formas de vida

MUNDO DE CIÊNCIA

- 12 **Vacina contra Aids: desafios e esperanças**
Após muitos insucessos, tecnologia revolucionária traz esperança

A PROPÓSITO

- 20 **Nem tão ao acaso**
A evolução ocorre sobre processos preferencialmente encadeados

EM DIA

- 56 **Resgate pela medicina**
Sonolência de Dom Pedro II seria decorrente de apneia do sono
- 58 **Cicatrizes da negligência**
Cuidados básicos inadequados na infância prejudicam a memória
- 60 **Perigo oculto**
Bactericida usado em linguças e outros embutidos tem efeito limitado
- 62 **Botos-cinza contaminados por mercúrio**
Espécie permite medir a qualidade ambiental dos mares costeiros
- 64 **Melhor que a original**
Material resistente e versátil é feito com restos de pedras naturais
- 66 **Sem cacóides acadêmicos**
Profissionalização dá a editoras universitárias destaque no mercado
- 68 **Envolvimento sustentável**
Avaliação de complexo petroquímico será baseada em estudo da ONU

70

FUTURO CIENTISTA

MEMÓRIA

- 72 **A marcha da natureza e seus descaminhos**
Lamarck, há 200 anos, publicava o importante livro *Filosofia zoológica*

ENSAIO

- 74 **Um nome fundamental**
Wallace também deve ser citado como autor da teoria da evolução

RESENHA

- 76 **Brasileiros interpretam a evolução**
Resenha do livro *Charles Darwin: em um futuro não tão distante*, de Maria I. Landim e Cristiano R. Moreira (orgs.)

78

CARTAS

QUAL O PROBLEMA?

- 79 **Sumiço real**
Misturar quantidades que não podem ser misturadas leva ao erro

SOBRE HUMANOS

- 80 **Crime, violência e territorialidade**
Erradicar milícias é condição para garantir cidades democráticas

? É verdade que o açúcar é prejudicial à saúde dos beija-flores?

LEANDRO CREASSO, POR CORREIO ELETRÔNICO

O açúcar não é prejudicial, embora se saiba que, devido à fermentação da água açucarada, os restos que ficam no fundo das garrafinhas podem levar à proliferação de fungos e bactérias causadores de doenças. Para evitar a proliferação desses micro-organismos, é preciso seguir uma rotina de limpeza do recipiente, que inclui a lavagem diária com escova e a troca da água. A quantidade de açúcar a ser utilizada é de uma parte para cada quatro partes de água fervida.

Há quem afirme que o uso de garrafinhas interfere na polinização das flores de determinado lugar, mas não há estudos que comprovem esse fato. De qualquer modo, a alimentação ideal para os beija-flores é o néctar das flores, portanto é melhor plantar flores adequadas à alimentação desses pássaros em vez de oferecer a água com açúcar. Mas se isso não for possível, uma garrafinha bem cuidada faz a alegria dos beija-flores e de muita gente.

Marlies Sazima

*Departamento de Biologia Vegetal,
Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas*

FOTO SXC

? Como agem os alvejantes nas roupas coloridas? E nas brancas?

ADRIANA NASCIMENTO, NOVA IGUAÇU/RJ

Os alvejantes para roupas coloridas, destinados à limpeza e ao clareamento de manchas por meio de lavagem, são produtos à base de oxigênio. Eles liberam esse composto na forma ativa, em processo semelhante ao que ocorre quando se adiciona água oxigenada sobre uma ferida, observando-se a formação de 'espuma' no local. Diferentemente dos alvejantes para roupas brancas, que são à base de cloro, eles têm uma ação mais suave sobre as fibras e corantes do tecido, que não são afetados pelo oxigênio ativo.

Funcionam, ainda, como bactericidas e fungicidas, e afetam o material genético dos organismos anaeróbios.

Já os alvejantes convencionais, usados nas roupas brancas, são em geral uma solução de hipoclorito de sódio da ordem de aproximadamente 5%, a qual gera o gás cloro. Além do emprego em lavagem de roupas, esse composto é usado, por exemplo, em tratamento de água para consumo, em piscinas e na produção de papel para branqueamento da celulose. Apresenta também propriedades bactericidas e fungicidas, destruindo proteínas e outros componentes das células dos organismos.

Assim, além do poder alvejante, serve para remoção de micro-organismos.

Nas roupas, o branqueamento ocorre pela destruição dos corantes e compostos orgânicos presentes no tecido, levando à reflexão da luz como um todo. Ou seja, ao incidir luz branca, todas as cores são refletidas, produzindo o branco.

Mário José Politi

*Instituto de Química,
Universidade de São Paulo*

FOTO LISANDRA BARROS MENDONÇA/SXC

? O que é anemia de Fanconi e como essa doença deve ser tratada?

ALESSANDRA S. MACHADO, POR CORREIO ELETRÔNICO

É uma falência da medula óssea que resulta em um quadro caracterizado pela diminuição do número de células do sangue, causando anemia, redução do número de glóbulos brancos (leucopenia) e de plaquetas (trombocitopenia). A doença, de caráter hereditário (autossômica recessiva), apresenta um quadro clínico bastante variável. O paciente pode apresentar manchas na pele de cor café com leite, baixa estatura e má-formação óssea (sobretudo nas mãos, no antebraço, no crânio, na face e na coluna vertebral), renal, gastrointestinal e cardiopulmonar. Pode apresentar ainda mudanças na genitália (principalmente no sexo masculino), com atividade funcional deficiente das gônadas, e epicanto (dobra de pele da pálpebra superior que cobre o canto medial do olho).

A causa e a patogênese da anemia de Fanconi estão relacionadas com a incapacidade de reparação de danos nas moléculas de DNA e com a diminuição dos telômeros (trechos de DNA situados na extremidade dos cromossomos que podem ser comparados à fita plástica que sela as pontas de um cadarço). O diagnóstico é feito pelo exame clínico e pelo hemograma, que detecta anemia, leucopenia e trombocitopenia. O exame da medula óssea, concomitantemente com o estudo citogenético, revela aumento das quebras dos cromossomos. Os pacientes têm maior predisposição a doenças malignas, e o tratamento eficaz é o transplante de medula óssea. As estatísticas mostram que há um caso da doença – cujos subtipos podem ser identificados a partir de estudos moleculares – para cada 100 mil recém-nascidos.

Eurípides Ferreira

Hospital Pequeno Príncipe (Curitiba/PR)

? Qual é a alimentação dos índios Ticuna?

MARCELA NASCIMENTO, POR CORREIO ELETRÔNICO

A base da alimentação dos Ticuna é a farinha de mandioca, o peixe e as frutas. Há uma imensa variedade de frutas – desde as conhecidas em todo o Brasil (como abacaxi, laranja, fruta-do-conde, melancia e banana) a outras que são típicas da região amazônica onde vivem (como o cupuaçu, o biribá, o bacuri, a pupunha e o açaí, entre outras). As frutas são comidas diretamente ou usadas para fazer doces, sucos e bebidas fermentadas.

A variedade de peixes também é muito grande. Tem pirarucu, tucunaré, piramutaba, dourado, pacu, cará e bodó. Estes dois últimos são peixes de couro, com a carne mais escura, mas muito apreciados pelos índios. Eles gostam de comê-los assados no moquém: os peixes são enrolados na folha de bananeira e colocados no meio da cinza do fogo, cozinhando por igual

e realçando seu sabor e perfume natural. Outras vezes são feitas mujicas, grandes ensopados com as postas de peixes, legumes e temperos.

Com a invasão de barcos pesqueiros na região do Alto Solimões (Amazônia), que realizam atividade comercial e predatória, muitas vezes nas aldeias maiores, em algumas épocas do ano, a obtenção do peixe para a alimentação é difícil. A entrada de estranhos por terra ou pelos rios também dificulta a movimentação dos indígenas por suas roças, capoeiras, terrenos de caça e de coleta, o que acarreta problemas graves para a manutenção da saúde e do bem-estar dessas populações.

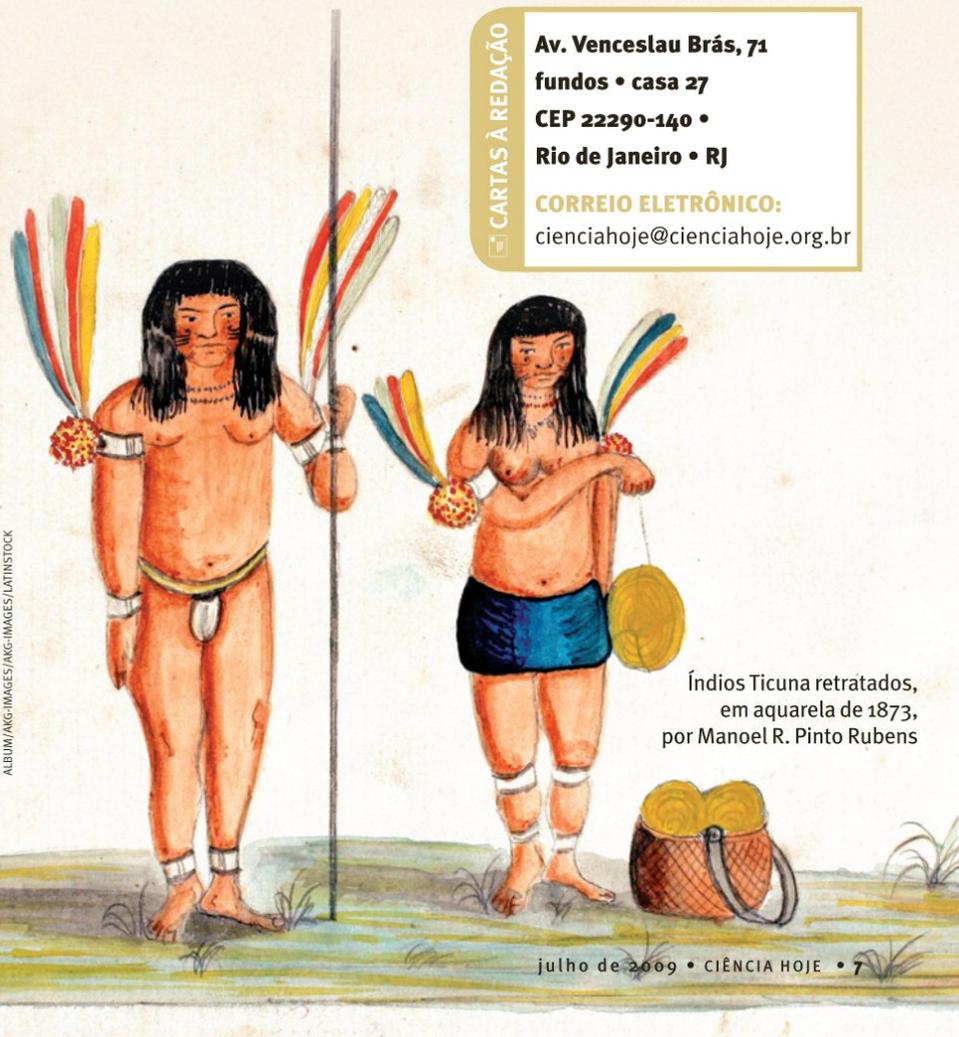
João Pacheco de Oliveira

Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro

CARTAS À REDAÇÃO

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140 •
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br



Índios Ticuna retratados, em aquarela de 1873, por Manoel R. Pinto Rubens

A POÉTICA DA COMUNICAÇÃO ENTRE ESPÉCIES



FOTO CARLOS FADON

Eduardo Kac

A arte pode criar novas formas de vida. Esse conceito tem guiado as obras produzidas pelo artista plástico brasileiro Eduardo Kac, radicado há 20 anos em Chicago, nos Estados Unidos. Trabalhando com bioarte desde a década de 1990, ele chamou a atenção, no cenário internacional, ao apresentar, em 1999, sua primeira obra transgênica, intitulada *Gênese*, na qual criou um gene sintético que codifica uma frase da *Bíblia*. Já em 2000, apresentou sua segunda obra transgênica, *GFP Bunny – Alba*, a coelha fluorescente que brilha no escuro. O animal, produzido por Kac no laboratório de engenharia genética do Instituto Nacional de Pesquisas Agronômicas, em Jouy-en-Josas, França, brilhava por ter proteína verde fluorescente (PVF) de uma água-viva do oceano Pacífico (a medusa *Aequorea victoria*). Alba adquiriu essa característica porque o artista introduziu dentro do ovo de um coelho albino, em microscópio, a sequência genética que produz PVF.

Este ano, expõe nova obra de arte transgênica, um ser que é parcialmente flor e parcialmente humano. Ele batizou este organismo híbrido de *Edunia*, nome que evoca o seu próprio e o do gênero botânico utilizado, a petúnia. O trabalho, denominado *História natural do enigma*, foi exibido no Museu de Arte Weisman, em Minneápolis, nos Estados Unidos, de abril a junho, e recebeu prêmio do museu Ars Electronica, que contempla a arte com novos meios, localizado em Linz, na Áustria.

Para Kac, o que está em jogo na sua arte é “a reflexão sobre a contiguidade da vida entre as diferentes espécies”. Mesclando poesia, ciência, filosofia e tecnologia, ele propõe que o artista contemporâneo possa ser não apenas um criador de objetos, mas também de sujeitos. Assim, constrói redes de comunicação entre humanos, animais, plantas, micro-organismos e máquinas. Tão original quanto controverso, Kac fala sobre seu trabalho nesta entrevista à *Ciência Hoje*.

Sheila Kaplan
Ciência Hoje/RJ

Em *História natural do enigma*, o senhor criou uma flor geneticamente modificada. Poderia falar sobre esse trabalho e suas intenções ao criá-lo?

A obra central nessa série é um 'plantimal', uma nova forma de vida que criei, uma flor geneticamente modificada, que é um híbrido de mim e de uma petúnia. A nova flor é uma cepa de petúnia que eu produzi utilizando biologia molecular. Ela não é encontrada na natureza. A *Edunia* expressa o meu DNA em seus veios vermelhos. Em cada célula desses veios um gene meu está expresso, ou seja, meu gene produz uma proteína apenas na rede venosa da flor. O gene foi isolado e sequenciado do meu sangue. O fundo rosa das pétalas, contra o qual se destacam os veios vermelhos, evoca meu próprio tom de pele, rosado. O resultado dessa manipulação molecular é uma planta que cria a imagem viva do sangue humano correndo nos veios de uma flor. Esse trabalho foi desenvolvido entre 2003 e 2008 e inclui, ainda, uma escultura pública em grande dimensão, fotografias e uma série de litografias com um conjunto de pacotes de sementes da *Edunia*, que, no futuro, quem sabe, poderão ser distribuídas e plantadas por toda parte.

O senhor define sua arte como transgênica.

O que significa isso?

A arte transgênica, conforme eu proponho, é uma nova forma de arte baseada no uso da engenharia genética para criar seres vivos únicos. Mas essa definição equivale a dizer que a pintura é a arte de aplicar pigmentos sobre uma superfície, ou seja, apenas situa o campo material da arte transgênica. Nesses anos todos, venho desenvolvendo obras que, sem abrir mão de sua dimensão poética, subjetiva e experimental, procuram romper com as dualidades que ainda estruturam nosso pensamento, tais como vivo e não-vivo, local e remoto, biologia e tecnologia, humano e não-humano. Cada obra aborda essas questões à sua maneira, mas todas implicam a criação de nova vida, isto é, vida que a natureza não produziu. Na arte transgênica a criação da vida biológica é o meio. Sem metáforas. Vida como a sua e a minha.

O seu trabalho tangencia a filosofia, a ciência, a literatura, a tecnologia, a comunicação.

Há nele um questionamento da ciência atual, já que, ao contrário desta, suas obras não propõem uma aplicação prática?

Não, não é minha intenção. Sou artista e o que faço é, pura e simplesmente, arte. O meu trabalho não busca fazer nenhum tipo de comentário sobre a ciência, assim como [o artista francês precursor da arte conceitual] Marcel Duchamp [1887-1968] não buscava fazer 'comentários' sobre banheiros, nem [o artista plástico norte-americano] Jackson Pollock

[1912-1956] sobre manchas. Eu simplesmente trabalho com meios de criação da contemporaneidade na produção de obras de arte que dão corpo à minha visão da arte: uma visão que oscila entre a dimensão poética (criação de novos universos) e a dimensão filosófica (indagação sobre questões fundamentais sobre o mundo e a existência). Meu trabalho apresenta, de um lado, a criação consciente de uma nova linguagem e, de outro, um repertório temático pessoal, subjetivo. Mas é importante lembrar que nenhuma obra de arte precisa ser 'sobre' alguma coisa; uma obra de arte é, ela mesma, a coisa. Muitas obras comunicam por sua presença, e não por referência a algo.

Um trabalho seu que alcançou grande repercussão

foi *GFP Bunny*, a coelha transgênica fluorescente.

Que limites éticos se impõem quando se trata de criação de vida, e não de simples obras de arte?

Quando a vida é criada no contexto da arte, ela é arte. A 'simples obra de arte' à qual você se refere é arte inanimada, inerte, fundamentalmente voltada para

Cada obra aborda essas questões à sua maneira, mas todas implicam a criação de nova vida, isto é, vida que a natureza não produziu

a criação de objetos. A criação de vida precisa ser feita com grande cuidado, com reconhecimento das complexas questões levantadas desse modo e, acima de tudo, com o compromisso de respeitar, nutrir e amar a vida assim criada. Como artista transgênico, não estou interessado na criação de objetos genéticos, mas na invenção de sujeitos sociais transgênicos. Em outras palavras, o que é importante é o processo integrado de criação da coelhinha Alba, trazendo-a para a sociedade, oferecendo-lhe um ambiente afetivo, no qual ela possa crescer segura e saudável. O artista transgênico não cria objetos, cria sujeitos – e sujeitos demandam respeito, carinho, cuidados, responsabilidade.

Como se dá seu trabalho de pesquisa?

Costuma trabalhar juntamente com cientistas?

Os meios de criação transgênica de que eu preciso permanecem indisponíveis em caráter privado, exatamente como os grandes computadores nos anos 60 e 70. Assim, eu tenho que ir onde estão os meios de produção, isto é, aos laboratórios. ▶

Como tem sido a recepção dos cientistas a essa proposta? Há desconfiança da parte dos pesquisadores?

Não há desconfiança da parte dos pesquisadores. Nem poderia haver. A engenharia genética não é, nem poderia ser, privilégio exclusivo de um grupo. Imagine se apenas profissionais de TV trabalhassem com vídeo. A videoarte não existiria. Quanto à recepção, ao pensar a arte, não me parece fazer muito sentido privilegiar um grupo profissional. Para fazer suas esculturas, [o artista norte-americano, conhecido pelas obras monumentais] Richard Serra usa estaleiros, mas não nos ocorre indagar sobre a reação específica dos engenheiros que produzem suas esculturas. Jeff Koons [artista conceitual norte-americano] flutua bolas de basquete em tanques, mas não perguntamos sobre a reação do [jogador de basquete] Kobe Bryant. E ainda [o artista plástico inglês] Da-

tecnologia, apreciam culturalmente a poética desses novos meios. Ou seja, como cantava Chico Buarque, “você não gosta de mim, mas sua filha gosta”... De certa maneira, você poderia dizer que a arte digital hoje é hegemônica no sentido de que o computador está imbricado em quase todas as facetas da atividade do ser humano (seja cultural ou não). Mas isso seria falso porque o uso do computador para escrever um soneto clássico ou pintar um quadro impressionista obviamente não é arte digital. Ainda assim, muitos artistas criam vídeos, páginas na internet e outras obras usando computadores e telefones celulares. A arte robótica e de telepresença têm crescido, a cada ano vemos novos nomes surgirem em todo o mundo. O mesmo ocorre na bioarte. Há obras em coleções de museus e em coleções particulares. Até a arte digital dos anos 60 está sendo redescoberta e entrando nos museus internacionais. Com tudo isso,

por conta de sua predominância no mercado de arte, hegemônica é a pintura. Então, talvez, a pergunta não seja se a arte robótica ou a bioarte se tornarão hegemônicas, mas quais os limites da pintura em corresponder às mudanças culturais em curso no século 21 e de que maneira as novas formas de arte refletem e participam ativamente na criação de uma nova cultura.

A criação de vida precisa ser feita com grande cuidado, com reconhecimento das complexas questões levantadas desse modo e, acima de tudo, com o compromisso de respeitar, nutrir e amar a vida assim criada

mien Hirst flutua tubarões, mas não nos ocorre perguntar o que pensam os pescadores em particular. Por quê? Porque uma obra de arte não se dirige exclusivamente a um grupo. Seu campo é a cultura. A obra de arte se dirige a todos. E, como é de se esperar, cada pessoa reage de forma diferente.

Pode descrever como se deu a criação da *Edunia*?

Comecei a trabalhar na *Edunia* em 2003. O processo levou cinco anos porque segui vários caminhos que não estavam dando certo, até que finalmente tive uma ideia que funcionou. A *Edunia* nasceu em 2008, no laboratório de Neil Olszewski, na Universidade de Minnesota, e ficou esse tempo crescendo em uma estufa na universidade. Meu DNA está integrado no cromossomo. Recentemente, coletei sementes que fazem parte da coleção permanente do Museu de Arte Weisman. É bom saber que a *Edunia* poderá ser plantada e exibida no futuro.

O senhor acredita que esse tipo de arte, que explora fronteiras com a biotecnologia, robótica, internet etc., irá se tornar hegemônica no futuro? Há muitos artistas hoje trabalhando com isso?

As novas gerações, que crescem com internet e bio-

O espectador dos seus trabalhos precisa ser familiarizado ou ter uma formação técnico-científica? Que espécie de recepção seus trabalhos têm encontrado junto ao público?

Não, de jeito nenhum. O que faço é arte, e arte é arte, não importa o meio utilizado. A arte sempre oferece diferentes níveis de experiência, e meu trabalho não é exceção. Assim, a recepção varia de acordo com época e local.

Como tem sido a recepção de sua arte, no Brasil e no mundo?

A recepção do meu trabalho no Brasil tem duas fases distintas: de 1980 até 1988, quando eu vivia no país, e a partir dos anos 90, quando passei a viver em Chicago. Na primeira fase, quando criei a poesia holográfica, ou holopoiesia, e obras de telecomunicação, a recepção foi boa, tanto de crítica quanto de público, mas praticamente inexistente no mercado. Ainda assim, foram poucos os que compreenderam na época que a holopoiesia abria caminho para as novas poéticas interativas, fluidas, multimodais, cinestéticas, informacionais. Já nos anos 90, passo a produzir e circular em vários países, dirigindo-me

mais diretamente a um público global, e contextos culturais locais afetam a percepção do público. Na Europa, de uma maneira geral, há certa inquietude com relação à bioarte, mas, ao mesmo tempo, há grande respeito e interesse por ela. E a recepção muda com o tempo. Quando apresentei *Genesis* no Ars Electronica pela primeira vez, muita gente ficou profundamente chocada. E olha que o festival reúne a elite da arte digital, que ainda assim ficou chocada com a bioarte em 1999! Hoje, em 2009, minha nova obra transgênica, *História natural do enigma*, foi premiada no mesmo Ars Electronica. O mundo mudou muito nestes últimos 10 anos – e com ele a recepção da minha obra.

Está em seus planos trabalhar com dimensões nanométricas?

O DNA mede 2 nanômetros, ou seja, trabalho em escala nano desde 1999, quando criei meu primeiro gene sintético.

O senhor acredita que chegará um momento em que não mais haverá divisão entre ciência e arte? Por quê?

Não. Embora a ciência empregue recursos materiais e visuais inventados por artistas, como a fotografia e o uso de cores falsas, por exemplo, a lógica da ciência é oposta à da arte. A ciência se baseia, fundamentalmente, em hipóteses, experimentos e provas conclusivas. Boa ciência é ciência repetível. Se outra pessoa não pode repetir o que você fez e seus resultados, você não produziu ‘verdade’. Já o artista é um *hacker*, um criador de mundos, um piloto do foguete chamado liberdade. A arte é uma singularidade. Se outra pessoa repetir o que você fez e seus resultados, esta pessoa estará praticando plágio. A ciência se concentra no funcionamento do mundo físico. Na arte, interessa aquilo com o que você contribui como linguagem plástica e construção de universos simbólicos.

Em 1997, com *Cápsula do tempo*, o senhor implantou um *microchip* digital em seu próprio corpo.

Qual era seu objetivo então? Esse experimento continua de algum modo?

Essa obra focalizava o problema de interfaces orgânicas e a hospedagem humana de memória digital por meio da implantação de um *microchip*. O trabalho consistia em um implante de *microchip*, que fiz com transmissão ao vivo na TV e na internet, em frente a uma série de sete fotografias em tom sépia, trazidas por minha avó de Varsóvia em

1939. Incluía também o escaneamento telerrobótico interativo do implante, ou seja, a informação contida no *chip* foi lida diretamente na internet, e uma intervenção remota em banco de dados *online*. Uma vez lido o conteúdo numérico do *microchip* em meu corpo, usei esse número para me inscrever como cachorro e ser humano responsável pelo cachorro em uma base de dados para registro de animais perdidos. Na exposição havia ainda elementos adicionais, como uma radiografia do implante, feita no dia seguinte.

A *Cápsula do tempo* foi um momento decisivo no meu trabalho. A obra recebeu, em 2006, o primeiro prêmio de arte digital na feira de arte contemporânea Arco, na Espanha, e foi então adquirida por uma empresa como parte do prêmio. Faziam parte do júri, entre outros, curadores dos museus Whitney, de Nova

Embora a ciência empregue recursos materiais e visuais inventados por artistas, como a fotografia e o uso de cores falsas, por exemplo, a lógica da ciência é oposta à da arte

York, e Tate, de Londres. Na retrospectiva que realizei em 2007 no Museu de Arte Moderna de Valência, na Espanha, apresentei essa obra e, no dia da abertura, o público presente, bem como as pessoas acessando a internet, puderam ativar o *microchip*, lendo o seu conteúdo. Assim, celebramos o décimo aniversário da obra e do implante. Essa obra está também documentada no meu livro *Telepresence and bio art: networking humans, rabbits and robots* [*Telepresença e bioarte: humanos, coelhos e robôs em rede*], publicado pela editora da Universidade de Michigan em 2005.

Poderia esclarecer sua afirmação de que seus trabalhos tratam basicamente de comunicação?

Em meu trabalho, busco explorar a polivalência da comunicação, um fenômeno que vai muito além de um artigo de jornal ou uma transmissão de televisão. A comunicação é um fenômeno básico e radical, ou seja, cria a base e está na raiz da realidade, desde a comunicação entre células até o diálogo humano, da comunicação interespecies à comunicação remota via redes e a comunicação não semiótica de temperatura que ocorre quando se abre uma janela. ■

Vacina contra Aids: desafios e esperanças

Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (vírus que causa Aids), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria um imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas. Certamente, seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico. Agora, depois de uma série de insucessos, surge uma nova esperança, testada com êxito em macacos por meio de uma nova tecnologia revolucionária.

O artigo está em *Nature Medicine* (17/05/09 on-line).

Um dos maiores desafios encontrados no combate ao HIV (sigla, em inglês, para vírus da imunodeficiência humana) está no fato de esse agente infectar células que exercem um papel central na defesa do organismo.

O HIV comporta-se como um 'novo gene humano', pois tem a capacidade de se incorporar ao genoma (material genético) da célula infectada, usando a seu favor o mecanismo que controla esses genes. Quando a célula é convocada pelo sistema de defesa (ou sistema imunológico) do organismo a dar uma resposta contra um invasor (outro agente infeccioso, por exemplo), ela acaba por induzir a proliferação do próprio HIV. Em outras palavras, a célula infectada torna-se uma fábrica de vírus, que, por sua vez, depois de eclodirem, vão se incorporar ao genoma de outras células. Além disso, o HIV é também capaz de desregular, por meio de proteínas que ele obriga a célula a produzir, a comunicação entre células do sistema imunológico.

Essas duas características desse vírus somam-se a outras. Para fugir dos constantes ataques do sistema de defesa, o HIV tem a capacidade não

só de se alojar em células de tecidos especiais (por exemplo, do sistema nervoso e dos gânglios linfáticos), mas também de modificar significativamente seu próprio material genético.

Ao longo da história da medicina, encontramos basicamente dois tipos de vacinas: i) a preventiva, que cria uma 'memória' imunológica que, quando requisitada, combate o agente infeccioso; ii) a terapêutica, que diminui parcial ou completamente a progressão da doença. Por outro lado, as estratégias convencionais de vacinação são baseadas em três tipos de inoculações: i) de vírus atenuados; ii) de anticorpos; iii) de proteínas. Todas se mostraram eficientes na proteção contra agentes causadores de, por exemplo, varíola, sarampo, raiva, tétano e hepatite B. Porém, não se provaram eficazes na proteção contra o HIV em animais de laboratório e em ensaios clínicos com humanos.

Uma vacina eficiente contra o HIV deve induzir uma boa imunidade nas mucosas (para evitar a transmissão sexual), e uma forte resposta imune do organismo para conter outros modos de transmissão (contato com sangue infectado, por exemplo).

Após a fase aguda da infecção, a replicação do HIV é contida por uma resposta imune parcial. Apesar disso, o HIV continua a se replicar por meio de um mecanismo

KEYSTONE

de infecção persistente, ainda não bem compreendido. Assim, a persistência da infecção e a sua integração ao genoma humano são grandes desafios para o desenvolvimento de uma vacina contra o HIV, que fica ainda mais dificultada pelo fato de o vírus da Aids ter uma alta taxa de mutação genética.

Sabemos que pacientes infectados que levam mais tempo para desenvolver os sintomas da doença têm uma resposta celular (ou seja, das células de defesa) mais vigorosa contra diferentes proteínas do vírus. Isso nos faz supor que esse tipo de resposta ao HIV tenha um papel mais relevante no controle da infecção do que a resposta baseada na ação de anticorpos (resposta humoral) – contudo, pela história das vacinas, sabemos que não podemos prescindir dos anticorpos para termos uma vacina eficaz.

Em resumo: o grande desafio no desenvolvimento de uma vacina eficaz é conseguir uma estratégia que estimule, simultaneamente, a resposta celular e a humoral, bem como sobrepuje a imensa capacidade de mutação do HIV – sempre lembrando que há diferentes subtipos do HIV circulantes, sendo o do grupo M o principal agente da pandemia de Aids.

Como se vê, é uma tarefa complexa (daí os vários insucessos até hoje).

Agora, depois do fracasso marcante de um candidato promissor (a vacina V520, da empresa Merck), surge uma nova estratégia (e, consequentemente, uma esperança). A equipe de Philip Johnson, do Hospital Infantil da Filadélfia (Estados Unidos), inoculou, no músculo de macacos, usando um vírus (adenovírus) co-

mo vetor, um gene que produz uma proteína (anticorpo) com uma especificidade predefinida para destruir/inativar o SIV (versão símia do HIV). O gene responsável pela produção desse anticorpo foi manipulado em tubo de ensaio e colocado no genoma do vírus.

Quando esse vírus modificado é injetado no músculo dos macacos, os anticorpos específicos são ali produzidos e chegam à corrente sanguínea, onde passam a combater o SIV, impedindo-o de infectar novas células. Trata-se de uma estratégia revolucionária em que o sistema imune é reinventado, e a célula muscular do macaco – e não os linfócitos – passa agora a produzir uma molécula de anticorpo.

Os animais vacinados desenvolveram uma imunidade contra o SIV. A prova disso foi que, depois de serem infectados com injeções intravenosas de uma forma letal do SIV, eles ficaram totalmente protegidos e não morreram de Aids.

Apesar dos resultados animadores, devemos ver a iniciativa como mais uma jovem promessa. Do laboratório à comercialização da vacina, o caminho é (bem) longo e, por vezes, tortuoso. A certeza é uma só: as pesquisas devem continuar. Só assim se chegará à tão esperada vacina.

Amilcar Tanuri

Laboratório de Virologia Molecular,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Orlando C. Ferreira Júnior

Departamento de Genética,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

O SEGREDO DA VELHA RISADA

O que bebês da espécie humana e de chimpanzês, bonobos, gorilas e orangotangos têm em comum? Certo, muita coisa. Mas o leitor não deve ter pensado no seguinte: eles adoram que façam cosquinhas neles. E essa expressão emocional resultante disso parece vir do ancestral comum dessas espécies, que viveu há milhões de anos.

Ser coceguento não é um atributo só dos humanos. Pesquisas vêm mostrando que grandes primatas (família *Pongidae*) também têm esse comportamento. Mas até agora ninguém havia tido a ideia de comparar a sonoridade das respectivas risadas. Foi o que fez Marina Davila Ross, da Universidade de Portsmouth (Estados Unidos).

A pesquisadora gravou o som de três crianças e de 22 jovens macacos. Ao todo, 800 gravações. Humanos vocalizam a risada, tipo 'Ha! Ha!, Ha!', quando estão expirando. Já os macacos emitem sons mais curtos, como grunhidos nasalados, graves, como é o caso de um filhote de orangotango. Mas aí veio a surpresa: as risadas de gorilas e bonobos tinham características humanas (eram mais longas e expiradas). E um bonobo ria emitindo algo parecido com 'Ha!'

Ross notou que bonobos e gorilas podem rir até 'perder' o fôlego: o estudo mostrou que a risada nesses animais pode se estender por até três ciclos da respiração, o que, para a autora, demonstra que eles podem controlar essa função no processo.

Para Ross, a análise sonora das risadas permite concluir que rir já era um atributo presente no ancestral comum da linhagem das espécies estudadas no experimento, que viveu entre 10 milhões e 16 milhões de anos atrás e ria mais para grunhido cavernoso do que para 'Ha!'

O riso nos humanos independe de sexo, cultura ou religião. Estudos mostram que nenês surdos também riem.

O achado abala bastante a máxima 'rir é coisa de humano'. Além disso, também põe em dúvida a hipótese de que, para dar risada como os humanos, é preciso ser bípede, em função da postura.

Especialistas já indicam uma questão interessante: qual o papel dessa expressão emocional em cada uma das espécies estudadas?

Current Biology,
04/06/09

© FRANS LANTING/CORBIS/DOC/LATINSTOCK



GENÉTICA Estudos desvendam mecanismos ligados a problemas capilares

CABELOS: BRANCOS E QUEDA

Não reclame dos cabelos brancos (sim, um dia você também os terá). Eles talvez sejam uma estratégia do organismo para evitar o câncer. Pode parecer estranha, mas a relação tem fundamento, como indica estudo recente.

Cabelos ficam brancos com a idade e com o estresse. Certo, mas por quê? A equipe de Emi Nishimura, da Universidade de Medicina e Odontologia de Tóquio (Japão), mostrou que isso se deve ao acúmulo de danos no material genético das células-tronco de melanócitos (CTM), responsáveis pela pigmentação dos cabelos.

Essas células vivem nas profundidades dos folículos pilosos ('saquinho' de onde brotam os pelos). E, como todas as células dos mamíferos, sofrem cerca de 100 mil tentativas de ataque ao seu material genético por dia, informam os autores. Com o tempo, apesar dos mecanismos de reparo, os danos vão se acumulando, a ponto de se tornarem irreversíveis. Aí, em geral, a saída é o 'suicídio' (apoptose).

Mas, no caso das CTM, o estudo mostrou que a estratégia é outra: elas são induzidas a se diferenciar em melanócitos (podemos imaginar que elas são forçadas a 'amadurecer'). Porém, isso ocorre no local errado, no fundo do folículo, onde passam a fabricar o pigmento (melanina), que, nesse caso, é de pouco proveito. À medida que mais e mais CTMs são levadas à diferenciação, diminui o estoque delas para substituir as células 'velhas' do cabelo.

A diferenciação talvez seja mais uma estratégia do organismo, além da própria apoptose, para remover células com muitos danos no material genético – e

assim com mais chance de se tornarem cancerosas –, antes que elas se tornem doentes. Se essa diferenciação for observada em outros tecidos, dizem os autores, é possível que isso abra uma nova linha de pesquisa na área de câncer.

Rato pelado

Certo, você não tem cabelos brancos, porque nem mesmo tem mais cabelos? A ciência desvenda um provável malfeitor: o *sox21*. Pelo menos em camundongos sem esse gene, os pelos caem, da cabeça à cauda, deixando-os despelados, voltando a crescer dias depois. Os autores, do Instituto Nacional de Genética (Japão), também notaram que os roedores sem o *sox21* tinham glândulas sebáceas aumentadas em torno dos folículos pilosos.

O *sox21* é responsável por regular a fabricação de uma substância, a queratina, constituinte básico não só dos pelos e cabelos, mas também das unhas. No estudo, verificou-se que os camundongos modificados geneticamente tinham níveis bem baixos dessa proteína. Examinando cabelos humanos, os pesquisadores observaram que esse gene aparece em grande quantidade nas camadas externas dos cabelos, demonstrando sua importância para a formação deles.

Em resumo: o *sox21* tem o perfil ideal para ser o suspeito da causa da alopecia em humanos. Porém, mais estudos deverão ser feitos para confirmar (ou não) essa relação. E saber se aquilo que vale para camundongos serve para humanos.

PNAS, 25/05/09

MEDICINA

MECANISMO DA ASMA

Por que na asma crônica ocorre aquela falta de ar horrível? Parece aquele tipo de pergunta que a ciência já respondeu, há muito tempo. Não. Só agora um elemento-chave no entendimento desse mecanismo ganhou algum fôlego extra.

Pesquisadores do Imperial College of London (Reino Unido) descobriram que as vias aéreas sofrem uma remodelação à medida que o pulmão da pessoa responde à presença de partículas de poeira, pólen, mofo etc. (em alguns casos, vírus ou bactérias). A equipe de Tak Lee, da Divisão de Pesquisa em Asma e Alergia, percebeu que um aspecto importante (talvez, o mais importante) dessa remodelação é que as células do músculo que forra as pequenas vias aéreas pulmonares tendem, em pessoas com asma, a se multiplicar e a aumentar de tamanho, elevando a capacidade delas de se contrair. Com a contração, vem a desagradável falta de ar.

Uma vez que essa remodelação – cujas causas são desconhecidas – ocorre, ela é permanente, dizem os autores. Porém, a descoberta abre uma nova linha interessante de pesquisa para a busca de medicamentos que interfiram nesse mecanismo.

PNAS, 16/06/09 on-line

GENÉTICA

MOSCAS E ALCOOLISMO

No futuro, os alcoólatras poderão ter que prestar as devidas homenagens às mosquinhas-das-frutas e aos ratos. Graças a esses animais, descobriu-se que drogas comerciais contra o câncer poderão ser usadas para tratar essa dependência química.

Moscas-das-frutas tratadas com a droga erlotiniba tornaram-se mais sensíveis ao álcool, o que é bom do ponto de vista clínico, pois as chances de um indivíduo se tornar dependente são tanto maiores quanto mais baixa for a resposta inicial aos efeitos do álcool. Quando essa droga usada no tratamento de um tipo de câncer do pulmão foi dada a ratos, eles passaram a consumir menos álcool, mesmo estando a bebida livremente disponível para eles. Outra droga com ação semelhante é a gefitiniba, também disponível comercialmente e bem tolerada pelo organismo humano.

A ligação inusitada entre as drogas e a resposta ao álcool é um gene recém-descoberto na mosca-das-frutas. Batizado *happyhour*, ele controla a resposta do inseto ao álcool, bloqueando uma cascata de reações bioquímicas que, por sua vez, desempenham um papel importante no desenvolvimento do câncer. As duas drogas para o câncer inibem esse mecanismo. E a explicação para os resultados com os animais de laboratório está provavelmente aí.

Sabe-se por outras pesquisas que o alcoolismo muito provavelmente tem um fundo genético. Assim, a descoberta de genes e mecanismos bioquímicos envolvidos nesse quadro é bem-vinda. Os experimentos foram feitos pela equipe de Ulrike Heberlein, pesquisadora da Universidade da Califórnia, em São Francisco (Estados Unidos).

Cell, 21/05/09 on-line



SINTONIA FINA



Um estranho acorde de uma canção dos Beatles foi desvendado pela ciência, que indicou uma 'participação especial' de George Martin (quarto da esquerda para a direita)

A dica para esta nota veio do editor da *CH on-line*, que a escavou nos grotões insondáveis da internet. Para esta coluna, é sempre interessante quando há interdisciplinaridade de áreas científicas. Desta vez, é o caso da física, matemática, música e cultura pop. O leitor talvez conheça a bela canção *A hard day's night*, dos Beatles. Pois bem. Nela, o acorde de abertura vinha enganando mesmo músicos profissionais havia décadas. O enigma foi resolvido. Por baixo da guitarra de seis cordas de John Lennon (1940-1980), da de 12 cordas de George Harrison (1943-2001) e do baixo de Paul McCartney, está um bem escondido acorde de piano de George Martin, o genial produtor da dita maior banda de rock de todos os tempos. Mas a conclusão não foi 'de ouvido', na base de botar o CD para tocar e tocar e tocar... Foi um tipo de 'ciência forense' musical. Foi preciso uma série de ferramentas da física do som e da matemática (entre elas, as chamadas transformadas de Fourier) para dismantelar os acordes entrelaçados dos vários instrumentos. Acrescente a isso algum poder de computação. O feito é do pesquisador Jason I. Brown, do Departamento de Matemática e Estatística e da Faculdade de Ciências da Computação da Universidade Dalhousie (Canadá). O bacana da coisa é que o artigo (em inglês) está disponível na internet. Interessado? Vá, então, em <http://www.mscs.dal.ca/~brown/n-octo4-harddayjib.pdf>.

GENÉTICA

DOWN E CÂNCER

Um entendimento mais profundo da síndrome de Down levou a uma nova estratégia promissora para combater o câncer.

Estudos já haviam indicado que portadores da síndrome de Down – que têm uma cópia extra, totalizando três delas, do cromossomo 21 – têm menos riscos para cânceres de tumor sólido. Ano passado, surgiu um resultado importante nesse sentido: experimento mostrou que camundongos com um gene (*Ets2*) triplicado suprimiam a formação de tumores.

Agora, Sandra Ryeom, do Hospital Infantil de Boston (Estados Unidos), dá mais um passo para o entendimento dessa relação (ainda misteriosa). A pesquisadora resolveu centrar sua atenção no gene *DSCR1* do cromossomo 21, pois estudos anteriores já haviam indicado que ele produziria uma proteína que evita a formação de vasos (angiogênese). E isso é uma estratégia interessante para ‘sufocar’ o tumor logo no início de sua formação, evitando que o sangue flua para ele.

Primeiramente, Ryeom examinou tecidos de fetos portadores de Down espontaneamente abortados. Ela notou que havia nas amostras 1,8 vez mais proteína fabricada pelo *DSCR1* do que a média. Depois, criou camundongos com uma cópia extra desse gene, e observou que os animais inibiam o crescimento de tumores enxertados neles.

Os especialistas acham que tanto o *Ets2* quanto o *DSCR1* têm papéis diferentes no combate aos tumores, sendo que o primeiro deles talvez aja em fases mais iniciais, evitando que os tumores se formem.

Importante: drogas que sufocam os tumores caíram nas graças da pesquisa biomédica e da imprensa na década passada. No Brasil, uma revista semanal chegou a estampar (em um ato de sensacionalismo e falta de respeito com os portadores do quadro) uma chamada de capa sugerindo que havia sido encontrada a cura para o câncer. De lá para cá, os resultados foram, digamos, decepcionantes. E a tal ‘bala mágica’ não veio. Talvez também não venha da pesquisa descrita acima.

Em tempo: situação semelhante ocorreu na busca de uma vacina contra a Aids. Vale a pena ler o comentário deste mês na página 14.

Nature, 21/05/09

EM FOCO

SAGUIS BRILHANTES • Tons brilhantes estão na moda. Pelo menos, entre os geneticistas. Na edição passada, o leitor viu, nesta coluna, Ruppy, a cadelinha que recebeu um gene de anêmona do mar e ficou avermelhada quando submetida à luz ultravioleta. Agora, é a vez dos saguis-comuns (*Callithrix jacchus*) cujo brilho fluorescente é esverdeado.

Nesse caso, há dois avanços em relação a outros primatas transgênicos: i) o gene que produz a proteína fluorescente está plenamente integrado ao material genético (DNA) do sagui; ii) pela primeira vez, essa característica foi passada à geração seguinte. O filhote abaixo nasceu da fusão de um espermatozoário de macho transgênico com um óvulo de fêmea selvagem (se o leitor observar com atenção a imagem, notará que a pelagem do filhote é levemente esverdeada, mesmo à luz do dia). Na última imagem da série ao lado, estão os gêmeos Kei e Kou (*keikou*, em japonês, significa fluorescente) e seus respectivos pés brilhantes.

O objetivo da criação de animais fluorescentes é obter modelos experimentais para o estudo de doenças humanas. Por exemplo, Ruppy poderá ajudar a entender a cegueira, o sono e o câncer, enquanto os diminutos primatas, as doenças neurológicas (Parkinson, por exemplo).

Os saguis fosforescentes desencadearam uma discussão sobre a ética do feito, na linha ‘a engenharia genética está indo longe demais’. O editorial da revista *Nature* pede que os especialistas ponderem ética e potencialidades dessas pesquisas. E alerta: a discussão pública é essencial para que se obtenha uma regulação justa para a área.

O feito foi de cientistas japoneses do Instituto Central para Animais Experimentais, em Kawasaki (Japão), liderados por Erika Sasaki. *Nature*, 28/05/09.



FOTOS: ERIKA SASAKI ET AL., 2009

NANOTECNOLOGIA

300 DVDS EM 1

O leitor sabe o que é *Blu-ray*? Não? Talvez, seja o caso de pular essa tecnologia e já conhecer um bom candidato a sucessor dela: o... Bem, ela ainda é inominável. Mas sua principal façanha é poder guardar até 300 vezes mais informação que um DVD.

O feito é de pesquisadores da Universidade de Tecnologia de Swinburne (Austrália). A ideia básica é gravar informação em cinco dimensões. Nos CDs e DVDs, isso é feito em duas dimensões. Na nova tecnologia (certo, pode denominá-la 'gravação óptica em cinco dimensões', até que um publicitário pense em algo melhor), acrescentam-se mais três 'dimensões'. Duas delas: i) as variadas cores da luz que a tecnologia pode usar para gravar e ler informação (os DVDs só usam uma cor); ii) o plano em que essa luz vibra (horizontal e vertical).

A terceira seria o meio de gravação, formado por nanopartículas de ouro, alinhadas como pequenas hastes e depositadas em 10 camadas finíssimas de

vidro. Se esse arranjo for feito do tamanho de um DVD (12 cm de diâmetro), então a capacidade de armazenamento poderá chegar a 1,6 trilhão de bytes (ou 1,6 *terabytes*), 300 vezes mais que um DVD de hoje. E mais: se for possível usar os vários ângulos de oscilação da luz (no total, 360 graus), então o volume iria para 10 *terabytes*.

Os autores imaginam que o custo de produção por unidade será na casa dos centavos. E especialistas acham que o leitor/gravador não será das maiores dores de cabeça para os engenheiros (muitos diziam que esse passo seria impossível para o *Blu-ray*, por exemplo), porque esse equipamento seria similar ao dos DVDs atuais.

Resposta à pergunta inicial: *Blu-ray* é um disco em que se podem armazenar até 50 *gigabytes* de informação, ou seja, 10 vezes mais que um DVD.

Nature, 21/05/09

Disco Blu-ray,
que pode
ser superado por nova
tecnologia

WIKIMEDIA COMMONS

SINTONIA FINA

A sempre atenta editoria de 'Ciência' da *Folha de S. Paulo*, em sua edição de (14/06/09), trouxe a interessante reportagem sobre um peixinho de lago que voltou a ser como seus ancestrais marinhos. 'Voltou a ser' não é a melhor expressão. O certo seria 'foi forçado a voltar'. O feito é de uma equipe da Universidade Stanford (Estados Unidos). Há cerca de 10 mil anos, no fim da Era Glacial, populações de esgana-gatas (*Gasterosteus aculeatus*) ficaram presas em lagos norte-americanos. De lá para cá, em função da pressão exercida por predadores e do pouco cálcio na água, o peixinho perdeu duas barbatanas (na forma de espinhos) pélvicas e uma couraça óssea, características presentes nas populações marinhas. A equipe de David Kingsley inicialmente cruzou espécimes lacustres com mar-

rinhas e, depois de muito esforço, conseguiu localizar o gene responsável por essas características. Percebeu que trechos desse gene estavam apagados nas populações do lago. Com esses fragmentos de DNA injetados em embriões lacustres, os pesquisadores fizeram retornar tanto as barbatanas quanto a armadura. Em resumo: revertiram, em uma década (tempo que durou a pesquisa), o que a evolução havia feito em milhares de anos. Um entrevistado pelo jornal diz que o trabalho provavelmente será daqueles que constarão dos livros escolares no futuro. O trabalho, impressionante, segundo especialistas, ainda não foi publicado. Tornou-se público em um encontro de biologia nos Estados Unidos.



BIOQUÍMICA

MACONHA E CÂNCER: SIM

Recentemente, uma tradicional universidade de São Paulo (SP) passou a coibir os alunos que fumavam maconha no *campus*. Aqui, vai um fato novo que poderá acrescentar algum ingrediente ao debate acalorado que se seguiu à proibição: essa droga, comprovadamente, causa danos ao material genético. Sem jargão e eufemismo: aumenta (bastante) o risco de câncer.

Com um teste altamente sensível, pesquisadores europeus, liderados por Rajinder Singh, da Universidade de Leicester (Reino Unido), apresentaram "evidências convincentes" de que fumar maconha danifica o DNA (material genético). Assim, o eterno debate sobre se a maconha, no que diz respeito ao câncer, tem o mesmo efeito deletério do cigarro, ganha uma resposta: sim. E o vilão da vez está presente nas duas drogas: acetaldéido (ou aldeído acético). No caso da maconha, o pulmão é o órgão sob o maior risco da doença.

Segundo os autores, os dados "ênfatizam a necessidade de uma regulação rigorosa do consumo do cigarro de *Cannabis* [maconha], para assim limitar o desenvolvimento de efeitos adversos à saúde, como o câncer". A esse argumento, devem ser somadas as consequências sociais, diretas e indiretas, do comércio de drogas ilegais: roubos, furtos, assassinatos, sequestros, lavagem de dinheiro, evasão de divisas, corrupção, tortura etc.

Chemical Research in Toxicology, v. 22, n. 6, p.1.181, 2009

U. S. DRUG ENFORCEMENT ADMINISTRATION



Fumar maconha
aumenta o risco
de câncer,
afirma estudo

O MISTÉRIO DA MULHER BARBADA

Julia Pastrana (1834-1860) foi uma índia mexicana, de origem humilde, criada em um orfanato. Mas a hipertricose congênita generalizada terminal rendeu-lhe fama mundial. Viajou por continentes e fez apresentações públicas. Infelizmente, como uma curiosidade de circo.

Pastrana tornou-se a mais destacada mulher barbada da história. Desde então, o mistério permaneceu sobre esse quadro, que faz penugens crescerem, por vezes, por todo o corpo, menos nas solas dos pés e das mãos, como nos macacos. Daí um de seus apelidos, mulher-macaco.

O grupo de Xue Zhang, da Academia Chinesa de Ciências Médicas, foi agora capaz de comprovar que o quadro tem realmente um fundo genético. O problema está em defeitos em determinado cromossomo (tecnicamente falando, 17q24.2-q24.3), que tem partes apagadas ou duplicadas, afetando um total de quatro a oito genes.

A equipe chegou a essa conclusão depois de estudar três famílias de chineses com o problema, bem como um caso esporádico da doença em que havia a chamada hiperplasia gengival, um tipo de crescimento anormal das gengivas (note os detalhes da boca de Pastrana, provavelmente devido a essa característica do quadro).

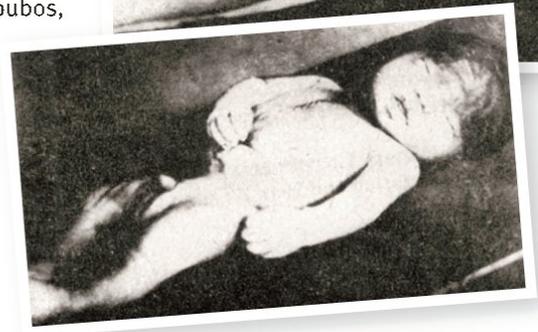
Parece que Pastrana, que pode ser vista à direita, sempre usava vestidos muito elegantes,

além de cantar e dançar bem e falar vários idiomas, entre eles espanhol e inglês.

Casou-se e engravidou do homem que a comprou (provavelmente de sua mãe, no México) e a exibiu ao público. Morreu no parto, em Moscou. A criança (um menino) sobreviveu poucos dias. E tinha, segundo relatos, o mesmo quadro que a mãe. A CH pesquisou um dos artigos científicos sobre Pastrana – eles começaram ainda em meados do século 19 – e encontrou imagens (ainda que um pouco fortes) da mãe e do filho mumificados por um médico russo, a quem o marido-empresário, dizem relatos, vendeu os corpos, para depois comprá-los de volta para exibição.

Há evidências de que a múmia de Pastrana, depois de roubos, vandalismo e (re)aparições, esteja no Instituto Forense de Oslo (Noruega). A do filho parece ter sido, depois de sofrer vandalismo, comida por ratos.

American Journal of Human Genetics, 21/05/09



WIKIMEDIA COMMONS

INVASORES DE CORPOS

Neste exato momento, milhões de seres passeiam por seu corpo. Pior: fizeram de sua pele, leitor, a morada para eles e seus descendentes. Talvez o leitor já tenha desconfiado de que sejam bactérias e que o lugar onde esses micro-organismos preferem habitar são axilas suadas ou em cavidades inomináveis. Errado.

As colônias de bactérias, segundo estudo recente, fazem a festa no... antebraço! Sim, lá foram encontradas 44 espécies. Já o local com menos populações foi a parte de trás da orelha (15 espécies).

A metodologia do experimento tem seu charme. Dez voluntários tiveram que se esfregar (bem) com sabão por uma semana. Depois disso, ficar 24 horas sem tomar

banho. Material foi colhido (por raspagem suave, seguida de cultura em laboratório) em 20 locais do corpo, da narina ao umbigo (sim, provavelmente lá também). No total, cerca de mil espécies foram catalogadas. Segundo os autores, de 500 a mil delas habitam um corpo saudável.

Os ‘colonizadores’ foram identificados por meio do material genético (RNA) das mitocôndrias (‘fábricas’ de energia) das bactérias.

Pergunta procedente, mas sem resposta: por que certas partes do corpo têm mais espécies de bactérias? Oleosidade? Pelos? Uma das autoras, Julia Segre, do Instituto Nacional de Genoma Humano (Estados Unidos), arrisca hipóteses: o ante-

Cultura de bactérias que vivem na pele humana



braço é um bom local para a ‘aterrissagem’ de bactérias, sem contar o fato de as pessoas geralmente não lavarem essa região.

Espera-se que o mapa desse ecossistema corporal ajude a entender por que certas doenças dermatológicas ocorrem mais em algumas regiões da pele.

Science, 29/05/09

FOTO JULIA SEGRE

BIOLOGIA

SEXO COM O MESMO SEXO

Um terço dos casais entre os albatrozes-de-laysan, que vivem no arquipélago do Havaí, são formados por fêmeas. E esse é só um dos milhares de casos documentados sobre relacionamentos entre indivíduos do mesmo sexo no reino animal. Nesse caso, a pergunta central é: por que se engajar nesse tipo de comportamento se ele não leva à reprodução? Há respostas e teorias a granel. Agora, uma nova.

O diferencial da pesquisa foi buscar não a origem desse misterioso comportamento, mas sim se essas interações homossexuais têm (ou não) consequências evolucionárias para as populações ou espécies que as praticam.

Assim, a dupla Nathan Bailey e Marek Zuk, da Universidade da Califórnia, em Riverside (Estados Unidos), examinou vários estudos sobre comportamento homossexual. Exemplos em que esse comportamento tem potencialmente força para moldar a seleção de outras características: i) como tática para treinar a corte; ii) estratégia de cooperação para a criação de filhotes; iii) forma de estreitar laços da comunidade; iv) como mediador de conflitos. Segundo os autores, quando esse tipo de flexibilidade é estabelecido, ele passa a ter consequências evolucionárias importantes por mudar a dinâmica social da população, podendo direcionar a evolução em aspectos relacionados à fisiologia, à história de vida dos espécimes, ao comportamento social e até à morfologia.

Ah, sim, segundo Bailey e Zuk, as fêmeas dos albatrozes-de-laysan se juntam porque assim as chances de obter sucesso na criação dos filhotes são mais altas quando comparadas àquelas de uma fêmea sozinha. Essa união poderia ter importantes consequências evolucionárias em função de alterar a dinâmica social nas populações.

Em tempo: Bailey e Zuk alertam para o fato de muitos resultados obtidos com o estudo de animais terem sido citados na mídia em relação aos direitos civis dos homossexuais. “É crucial que as contribuições científicas de estudos com animais lancem mais luz do que calor sobre esse tópico. Portanto, é útil definir direções promissoras para futuros trabalhos científicos e identificar fontes de equívocos à medida que essa área ganha maturidade”, diz Bailey.

Trends in Ecology and Evolution, 16/06/09 on-line



LEIA NA CH ON-LINE

BIOFÍSICA > **O segredo das antenas** > Partículas dessa estrutura captariam campo magnético terrestre que orienta migração de formigas
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/145667>

ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE > **Os bons ventos da sustentabilidade** > Geração de energia eólica faz ilha dinamarquesa neutralizar sua emissão de carbono em uma década
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/146497>

GENÉTICA > **Protetor dos vasos sanguíneos** > Estudo identifica gene responsável por 90% da capacidade de dilatação de artérias e veias do corpo
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/146650>

BIOLOGIA > **Personagens novos e peculiares** > Lista de espécies mais interessantes descritas em 2008 chama atenção para biodiversidade da Terra
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/146384>

ASTRONOMIA > **Bolicho planetário** > Simulações do Sistema Solar indicam risco – pequeno – de colisões de outros planetas com a Terra
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/147037>

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO > **Para não fazer feio em campo** > Cientistas criam métodos para minimizar danos sofridos por robôs jogadores de futebol em quedas
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/146949>

ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE > **Desmatar não é a solução** > Índice de desenvolvimento humano é menor nas regiões em que a floresta amazônica foi degradada
→ <http://cienciahoje.uol.com.br/147016>

E MUITO MAIS EM

www.cienciahoje.org.br

Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEW UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW FOCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY, BBC SCIENCE/NATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S. PAULO, AGÊNCIA FAPESP, CELL PRESS, CHANDRA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIDEV.NET, UNIVERSO FÍSICO, SCIDEV.NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (H. WACHSMUTH / CERN), THE SCIENTIST DAILY, EPFL NEWS & ACS PRESS PAC

Nem tão ao acaso

Franklin Rumjanek

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro
franklin@bioqmed.ufrj.br



A base da teoria sintética da evolução, resultante da proposta inicial de Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Wallace (1823-1913), repousa na ideia de que ocorrem alterações discretas e aleatórias nos genes dos organismos. As mutações benéficas que contribuírem para uma melhor adaptação dos indivíduos ao ambiente em que vivem serão então selecionadas, ou seja, seus portadores terão maior probabilidade de propagar tais genes para os seus descendentes.

Consideremos agora os seguintes cenários. Cenário 1: a Terra é banhada por luz. O exame da fauna e da flora do planeta permite verificar que grande número

de espécies reage ao estímulo luminoso. Algumas exibem olhos com diversos graus de complexidade e outras realizam fotossíntese. Cenário 2: a Terra teve diferentes atmosferas, e os muitos tipos de metabolismo dos organismos que nela viveram e vivem representam um registro dessa variação ao longo do tempo. As atmosferas também permitiram oportunamente a evolu-

ção da audição e do voo (este permitiu a locomoção eficiente de insetos e aves). Essas situações representam causa e efeito? Em outras palavras, o ambiente determinou a trajetória evolutiva das espécies?

Respostas para essa pergunta podem tangenciar o 'desenho inteligente', hipótese segundo a qual a complexidade dos seres vivos indicaria a existência de uma inteligência por trás de sua criação. Na versão do desenho inteligente, um observador pode concluir que os mecanismos fisiológicos dos órgãos da visão e da audição foram 'montados' obedecendo a uma finalidade ou objetivo. Esse é o argumento teleológico.

O antídoto para esse tipo de pensamento reverte esse raciocínio. Os dispositivos que integram o olho ou o ouvido formaram-se seguindo uma trajetória aleatória que culminou na visão e na audição. No entanto, o ambiente, composto pela luz ou pela atmosfera, não é um filtro isolado que age apenas como um dispositivo da seleção natural. De fato, a luz e a atmosfera são fatores que interagem diretamente com os seres vivos,

como se integrassem uma via metabólica qualquer. Esses componentes externos guardam com os elementos celulares uma relação íntima e bidirecional.

Essa concepção traduz as propostas do biólogo e geneticista norte-americano Richard Lewontin, que nos lembra que, assim como o ambiente modifica o ser vivo, este também altera o ambiente. No caso da visão, o espectro visível da luz interage com a rodopsina e as fopsinas, fotorreceptores presentes na retina, o que dá início a uma cascata de eventos que termina na produção de uma imagem no cérebro. Esses fotorreceptores têm como principal componente a proteína opsina, que isoladamente não reage ao estímulo luminoso. Nas plantas e em algumas bactérias, a luz também reage com o pigmento clorofila, o que dá o 'chute inicial' para a fotossíntese. Na audição, o processo metabólico seria análogo.

Isso sugere que o grau de liberdade da evolução por seleção natural talvez não seja tão grande assim. Somos levados a crer que esse processo seria eminentemente aleatório, mas a seleção natural atuaria primariamente sobre elementos interativos que comporiam vias funcionais prototípicas. Nas várias estratégias evolutivas, parece existir um elo comum: um contínuo no qual novos elementos associam-se aos já existentes porque eles têm afinidades mútuas. É esse processo que, em última análise, levaria à sofisticação fisiológica de alguns sistemas. Portanto, a complexidade crescente observada na natureza seria uma tendência quase inevitável, considerando que a evolução age preferencialmente sobre processos encadeados.

Em diferentes espécies o olho aparece com variados graus de complexidade, o que indica caminhos evolutivos diversos, resultantes de ações seletivas sobre elementos adicionados sistematicamente a outros preexistentes. Supondo que seja verdadeira a 'preferência' evolutiva por processos encadeados, também não seria inteiramente correta a ideia de que não se pode prever a evolução. Podemos apostar, sem muito medo de errar, que se um dia descobrirmos vida em um planeta que orbite ao redor de uma estrela semelhante ao Sol, algumas espécies apresentarão visão, outras realizarão fotossíntese e tantas outras voarão, se ali houver uma atmosfera. □

O grau de liberdade da evolução por seleção natural talvez não seja tão grande assim

A AMAZÔNIA E O



As florestas tropicais ainda existentes na Terra contêm uma parte significativa dos estoques naturais de carbono. Essas reservas são importantes porque o carbono, elemento essencial nos processos bioquímicos, é também o principal responsável pelo atual processo de aquecimento global. Há muitas décadas a derrubada e a queima de florestas vêm transferindo esses estoques para a atmosfera, o que contribui (somado ao consumo de combustíveis fósseis) para acelerar a mudança do clima. Por isso, a Amazônia, onde estão 60% das florestas tropicais do mundo, ganha cada vez mais destaque nos debates internacionais a respeito das alterações climáticas. Apesar da importância econômica e política das florestas tropicais, ainda há muita incerteza sobre o tamanho dos estoques de carbono associados a elas e sobre o verdadeiro papel que a conversão de ecossistemas naturais em ambientes modificados tem no aquecimento global.

Ciro Abbud Righi, Carlos Clemente Cerri e Brigitte Josefine Feigl
Laboratório de Biogeoquímica Ambiental (Piracicaba, SP),
Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo

Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça
Coordenação de Pesquisas em Ecologia,
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

AQUECIMENTO GLOBAL

OS DESAFIOS PARA QUANTIFICAR AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA PELO DESMATAMENTO

As florestas tropicais são mais conhecidas pela exuberância da vegetação e pela grande biodiversidade que abrigam. Devido à grande quantidade de biomassa vegetal que contém, esses ecossistemas formam a maior parcela do estoque de carbono das áreas continentais. O carbono, quarto elemento mais abundante no universo e a base da vida na Terra, não está acumulado apenas nas árvores e nas outras plantas, mas também nos restos vegetais caídos no chão, na matéria orgânica incorporada à camada superficial do solo e nos animais. Tanto a absorção desse elemento pelas plantas (processo fotossintético) quanto a sua liberação (desmatamento e queimadas) fazem com que essas florestas tenham uma influência marcante no chamado ciclo global do carbono.

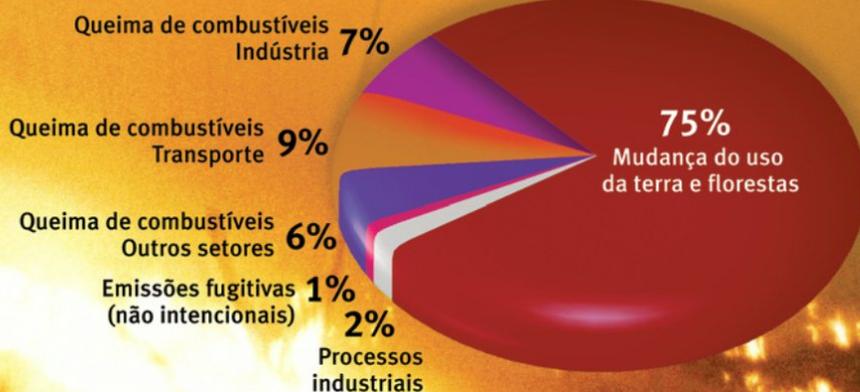
Em termos simplificados, o ciclo biológico desse elemento inclui a absorção do carbono inorgânico da atmosfera pelas plantas (por meio da fotossíntese, que gera compostos orgânicos) e pelos oceanos (por processos físico-químicos e biológicos); sua transferência aos animais (na alimentação) e ao solo (na degradação de plantas e animais); a transformação de compostos orgânicos em inorgânicos por organismos e micro-organismos; e sua liberação para a atmosfera (pelos processos de respiração). O equilíbrio desse ciclo, porém, vem sendo quebrado, entre outros fatores, pela derrubada e pela queima das florestas, que liberam para a atmosfera

o carbono armazenado na biomassa vegetal. Por suas dimensões, a floresta amazônica tem grande importância nesse processo, seja na captura do carbono (e uso no crescimento das plantas), seja na sua emissão, decorrente da conversão de áreas florestadas em áreas de agricultura ou pecuária (figura 1).

O debate sobre as estimativas de emissões de carbono associadas à mudança no uso da terra, em especial nas áreas tropicais, vem se tornando mais intenso à medida que aumenta a pressão humana sobre os recursos naturais. As elevadas taxas de desmatamento nos trópicos (cerca de 20 mil km² por ano) e a grande quantidade de biomassa vegetal fazem com que essas regiões sejam responsáveis por significativas emissões dos chamados gases do efeito estufa.

A emissão desses gases é um problema muito complexo, por causa do grande número de fontes, dispersas ao redor do planeta. Assim, as estimativas já realizadas das emissões globais associadas a mudanças no uso da terra, como o desmatamento de florestas tropicais, apresentam enormes diferenças: na década de 1990, por exemplo, os cálculos variavam de 0,5 bilhão a 3 bilhões de toneladas por ano. Muitas pesquisas apontam que cerca da metade do erro embutido nas estimativas deve-se a incertezas na determinação das emissões de regiões tropicais.

Figura 1.
As estimativas das emissões brasileiras de CO₂ por setores (dados de 1994) mostram que as mudanças no uso da terra (em especial por meio do desmatamento) são a principal fonte de liberação desse gás no Brasil



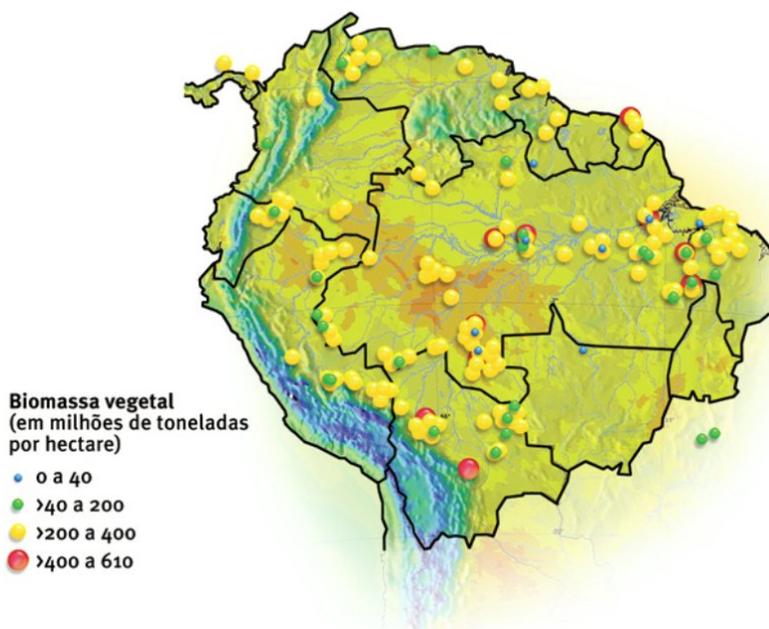


Figura 2. Distribuição espacial dos valores de biomassa vegetal acima do solo (em milhões de toneladas por hectare), encontrados em estudos científicos realizados em áreas de floresta tropical na Amazônia

EFEITO ESTUFA E AQUECIMENTO GLOBAL

O processo de aquecimento global está relacionado ao chamado 'efeito estufa'. Nesse efeito, alguns gases presentes na atmosfera permitem a passagem da radiação que chega do Sol, mas atuam como uma 'capa' que impede a saída para o espaço de parte da radiação térmica (infravermelha) emitida pela superfície terrestre. O vapor d'água, as nuvens e o gás carbônico (CO₂) respondem por cerca de 90% do efeito estufa, e a parcela restante cabe ao ozônio (O₃), ao metano (CH₄), ao óxido nitroso (N₂O) e a outros gases. Essa propriedade tem esse nome por ser semelhante ao que ocorre em estufas de jardinagem, nas quais a cobertura de vidro permite a passagem da radiação solar e dificulta a perda de calor. Sem o efeito estufa natural, a vida como é conhecida não seria possível na Terra, já que a temperatura média do planeta seria negativa (cerca de -18°C).

O 'aquecimento global' acontece porque o equilíbrio natural desses gases vem sendo alterado por ações humanas, em especial a queima de combustíveis derivados do petróleo e a destruição das florestas. A liberação em excesso dos 'gases-estufa' exacerba o efeito estufa e altera o clima mundial, com efeitos imprevisíveis. Estudos revelam que, do período pré-industrial (início do século 18) aos anos 90, a concentração do CO₂ na atmosfera aumentou em 25% – em torno de 0,5% ao ano. Caso o ritmo atual de aumento das concentrações de gases-estufa seja mantido, a temperatura média do planeta poderá aumentar em torno de 4°C até 2100.

Com a maior concentração do CO₂ na atmosfera e o consequente aumento da temperatura do ar, também haverá elevação das taxas de fotossíntese (absorção de CO₂) e de respiração (emissão de CO₂) por vegetais e micro-organismos. A previsão, porém, é de que a taxa de respiração aumentará mais depressa que a de fotossíntese, reforçando a liberação de gás carbônico e realimentando o aquecimento global.

Estudos do ecólogo Richard A. Houghton, do Centro de Pesquisas Woods Hole, nos Estados Unidos, estimaram que a expansão das fronteiras agrícolas, em especial nos trópicos úmidos, entre 1850 e 1998, foi responsável pela liberação de 136 bilhões de toneladas de carbono (com margem de erro de ± 55 bilhões de toneladas), o que representa cerca da metade das emissões desse elemento ocorridas a partir do uso de combustíveis fósseis e da produção de cimento, que somam 270 bilhões de toneladas (com margem de erro de ± 30 bilhões de toneladas).

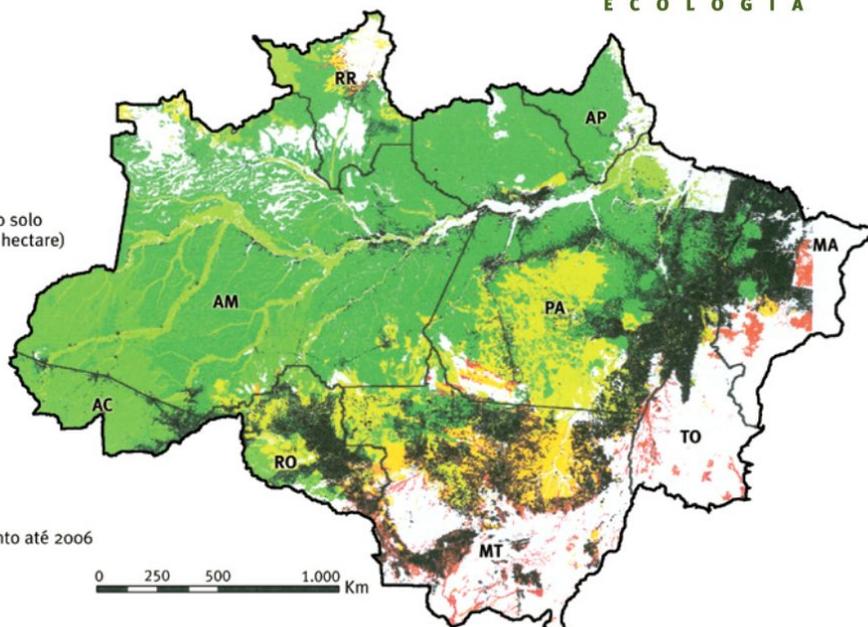
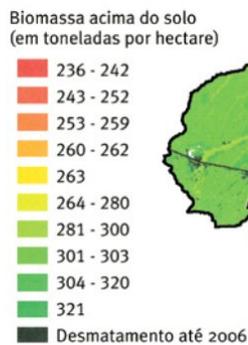
EMIÇÃO DE GASES-ESTUFA PELA FLORESTA

A derrubada e queima de grandes áreas de vegetação natural provoca enorme emissão de gases de efeito estufa, em especial o CO₂. Após a remoção da floresta, a matéria orgânica presente no solo, um dos principais estoques naturais de carbono, é lentamente degradada, com a liberação de gases. Alguns estudos na Amazônia demonstraram que 70% do carbono presente no solo, sob pastagens implantadas há mais de 20 anos, era remanescente do material vegetal incorporado quando as áreas ainda eram florestadas. Isso dá uma ideia do tempo para a exaustão da matéria orgânica do solo e da importância das florestas para sua acumulação.

A entrada de matéria orgânica no solo, em florestas tropicais úmidas maduras (5 toneladas por hectare, a cada ano), é cerca de cinco vezes maior que em florestas temperadas. Entretanto, nas florestas tropicais, a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo (com a floresta inalterada) também é cerca de cinco vezes maior que nas de clima temperado.

A Amazônia continental é a última grande área contínua de florestas tropicais da Terra, com cerca de 7,9 milhões de km², o que equivale a 5% da área conjunta dos continentes e a 60% de todas as florestas tropicais. A Amazônia Legal brasileira, com cerca de 4,9 milhões de km², está dividida em cerca de 61% de florestas, 14% de cerrados e 10% de

Figura 3. Mapa da área ocupada pela Amazônia Legal, que compreende Acre, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Amazonas, Maranhão, Roraima e Amapá, com a distribuição da biomassa vegetal acima do solo e as áreas em que ocorreu o desmatamento até 2006 (as áreas em branco correspondem a formações não florestais, como o cerrado)



campos, entre outros tipos de vegetação, e ainda por 15% de áreas alteradas pela ocupação humana (dados de 2006).

O Brasil, uma das últimas grandes reservas de terras agriculturáveis do planeta, conta com cerca de 106 milhões de hectares (1,06 milhão de km²) que poderiam ser incorporados ao mapa agrícola. Desse total, 90 milhões de hectares são áreas ainda não ocupadas (com ou sem vegetação natural) e que podem produzir, e 16 milhões de hectares são áreas já utilizadas antes na agricultura, mas que estão abandonadas e são improdutivas. A conversão dessa imensa extensão de terras em lavouras agrícolas resultaria na liberação de uma imensa quantidade de gases de efeito estufa, com potencial para modificar ainda mais o clima do planeta.

DESMATAMENTO: FONTE DE EMISSÕES NO BRASIL

Embora as emissões brasileiras de CO₂ tenham crescido vertiginosamente nos últimos 40 anos, cabe ainda aos países ditos mais desenvolvidos a maior participação na emissão global de gases-estufa. Considerando apenas a queima de combustíveis fósseis, o Brasil ocupa em torno da 20^a posição entre os países emissores. Porém, considerando a emissão de CO₂ decorrente de queimadas e desmatamentos, o Brasil passa a figurar entre os seis primeiros emissores globais de gases-estufa.

As estimativas dos estoques de carbono por quilômetro quadrado nas florestas variam entre 10 mil e 25 mil toneladas. Cerca de um terço desse volume é lançado na atmosfera quando ocorre 'corte e queima' da vegetação. Os dados disponíveis em trabalhos científicos mostram que a biomassa vegetal acima do solo varia muito em termos espaciais (figura 2). Assim, para obter uma estimati-

va mais confiável das emissões, é imprescindível quantificar a biomassa de cada tipo de fisionomia vegetal existente na floresta.

QUANTIFICANDO A BIOMASSA DA AMAZÔNIA

A variação na composição florística das florestas tropicais, no espaço e no tempo, é tão grande que, dentro de um mesmo tipo de vegetação, dois locais a poucos metros de distância são bastante diferentes. Essas variações fazem com que o estudo de extensas áreas seja muito complexo. A composição florística, a estrutura florestal (relacionada a diâmetro de copa, área basal e densidade de árvores) das fisionomias vegetais e seu conteúdo em biomassa vegetal são normalmente derivados a partir dos dados de inventários florestais, nos quais as árvores são medidas (diâmetro a 1,4 m do solo, altura do tronco, copa etc.) em áreas limitadas, que servem como amostras.

As principais fontes para estimar a biomassa florestal da Amazônia são os inventários florestais feitos pelo Projeto RadamBrasil, que inventariou, na década de 1970, cerca de 3 mil parcelas de 1 hectare distribuídas por toda a região. Como o objetivo desses inventários era estimar o volume de madeira comercial, foram consideradas apenas árvores com troncos de mais de 1 m de circunferência. Portanto, é preciso fazer uma série de ajustes para determinar, com base apenas nos dados desses inventários, a biomassa vegetal total da floresta, incluindo a serapilheira (o material vegetal caído sobre o solo), as raízes, as palmeiras, os cipós, as arvoretas etc. ▶

FONTE: NOGUEIRA E OUTROS, FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 2008

A partir desses dados é possível elaborar mapas de distribuição da biomassa vegetal, usando diferentes métodos para extrapolar os resultados dos inventários (figura 3) e, sobrepondo a eles os mapas do desmatamento, calcular as emissões de gases de efeito estufa.

POR QUE A FLORESTA VEM SENDO QUEIMADA?

O processo de expansão do desmatamento é facilitado pela abertura oficial ou clandestina de estradas que permitem a penetração humana e levam à exploração de madeiras nobres e à ocupação de terras para urbanização ou para atividades como agricultura e pecuária. A queima da vegetação natural é uma prática comum no preparo da terra para agricultura, pois traz vantagens como (1) a desobstrução das áreas abertas, removendo muito do impedimento físico devido à derrubada da vegetação; (2) o aumento da fertilidade e a redução da acidez do solo (transitórios) como resultado da deposição de cinzas, o que melhora o rendimento das culturas em um primeiro momento; (3) o controle do crescimento secundário da vegetação; e (4) a redução da ocorrência de pragas e doenças na lavoura.

O fogo torna-se um problema quando escapa ao controle de quem o ateou e se espalha, causando danos ao ambiente e prejuízos imprevistos. A falta de cuidado no manejo do fogo pode, por exemplo, destruir plantações, pastos, cercas, casas e outras construções, matar muitas árvores e animais de criação, com perdas econômicas e ecológicas graves. Além disso, pode causar incêndios em extensas áreas de florestas (figura 4), manejadas ou não, que levam ao empobrecimento destas, reduzindo seu

potencial econômico, com a perda de espécies vegetais de interesse para o uso humano.

A queima inicial da floresta nativa para fins agrícolas deixa grande quantidade de tocos, troncos e fragmentos de galhos, dificultando ou até impedindo a mecanização das lavouras. Por isso, a introdução de gramíneas para pastagem é a prática mais frequente nas áreas desmatadas. Nos últimos tempos, porém, a conversão direta de floresta para áreas de culturas anuais vem aumentando na Amazônia, como no caso da 'explosão' da soja em Mato Grosso. Nesse caso, os resíduos soltos da floresta são queimados e tocos e raízes são extraídos.

AMPLIAR ESTUDOS AJUDARÁ A DEFINIR POLÍTICAS

A importância dos ecossistemas tropicais no ciclo global do carbono impõe um aumento no número de estudos que incluem medições sistemáticas dos estoques e fluxos desse elemento durante os processos de modificação de ambientes florestais. Embora o estoque de carbono nas florestas seja um componente essencial para uma modelagem mais precisa dos fluxos globais de carbono, os dados hoje disponíveis são incompletos. No caso da região amazônica, só há cerca de 20 anos as pesquisas sobre a transformação da massa vegetal pela queima começaram a receber atenção.

Na determinação das emissões de gases-estufa associadas ao desmatamento e às queimadas existem hoje três tipos de incertezas: (1) a estimativa da área total desmatada e dos tipos de uso e cobertura da terra; (2) a quantificação dos estoques de carbono na vegetação e no solo nas variadas formações vegetais; e (3) o mapeamento da distribuição espacial da biomassa vegetal. A densidade da madeira, por

Figura 4. Vista de um incêndio florestal ocorrido no município de Feliz Natal (MT)

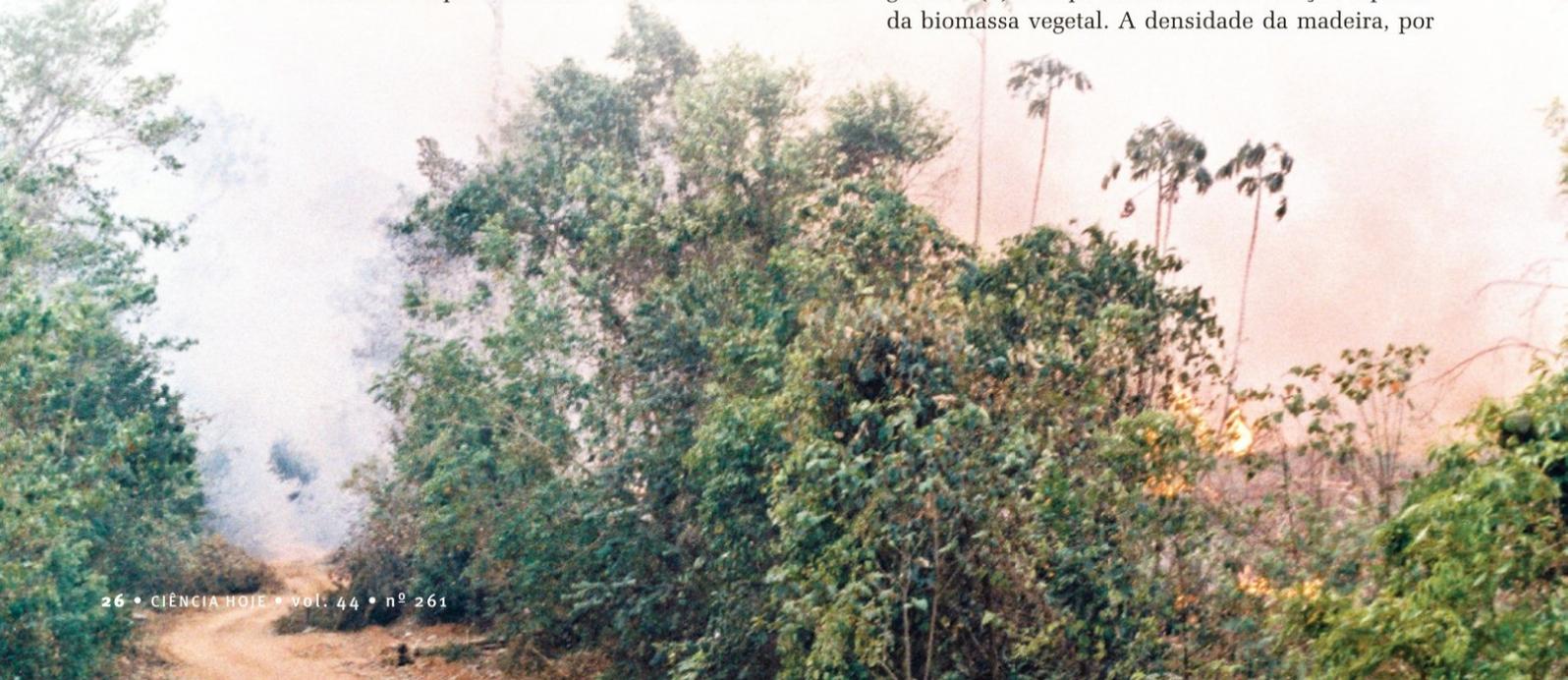




Figura 5. Experimento de campo para a avaliação da queima de uma floresta e da emissão de gases de efeito estufa em uma área com autorização para desmatamento e queima no município de Feliz Natal (MT). Nesse processo, a biomassa vegetal é estimada antes (troncos, galhos, folhas e serapilheira) e depois da queima da vegetação (todo o material remanescente e parcialmente queimado, inclusive carvão e cinzas)

exemplo, é uma grande fonte de incertezas, porque é ampla a variação entre diferentes locais, entre árvores da mesma espécie e até no mesmo tronco (variações radiais e verticais). As estimativas de emissões são tão complexas que cálculos baseados em dados muito semelhantes sobre estoques de carbono podem chegar a resultados bastante diferentes. No Brasil, as dúvidas na determinação da massa vegetal da floresta amazônica são responsáveis por 60% das diferenças nas estimativas de fluxo líquido de carbono na região.

Existem poucos trabalhos sobre a transformação da biomassa florestal pela queima, pois são muito demorados, caros e cansativos. Esses estudos, porém, são fundamentais para determinar o destino, após a queima, do carbono da floresta. Essa avaliação é feita a partir da medição direta (pesagem) da biomassa total (árvores, cipós, palmeiras etc.) existente acima do solo antes e depois do fogo em amostras que representem, da maneira mais fiel possível, as áreas em estudo (figura 5). Desse modo são estimados a biomassa vegetal original, a formação de carvão e de cinzas e o material vegetal remanescente após a queima, além da eficiência de queima da vegetação (fator que define a fração de carbono liberada em relação à biomassa original). Estudos desse tipo, em campo, são indispensáveis para a obtenção de parâmetros que permitam maior confiabilidade nos cálculos futuros.

Saber a quantidade de carbono liberada para a atmosfera no instante da queima e aquela que será liberada lentamente pela decomposição biológica

ou por queimadas sucessivas a partir do material vegetal remanescente, é essencial porque isso afeta a proporção dos gases-estufa que serão formados. Os gases liberados na queima inicial, em altas temperaturas, têm maior proporção de CO_2 . Já na combustão lenta, na forma de brasas, e na decomposição bacteriana são geradas maiores parcelas de metano e de outros compostos como monóxido de carbono, ozônio e óxido nitroso.

Além da biomassa vegetal remanescente sobre o solo após a queima, há ainda o estoque representado pelas raízes. Estas não são consideradas nos estudos de eficiência de queima por não estarem expostas diretamente ao fogo, mas ao se decompor serão incorporadas lentamente ao solo ou perdidas na forma de CO_2 . A massa vegetal abaixo do solo não é desprezada nos modelos, mas sua estimativa é ainda mais incerta, sendo bastante difícil quantificá-la.

Apesar dos esforços dos cientistas no aprimoramento dos cálculos das emissões de gases de efeito estufa decorrentes do desmatamento na Amazônia, as estimativas ainda apresentam alto grau de incerteza. Vêm sendo feitos esforços para reduzir tais incertezas ou ao menos a amplitude das margens de erro das estimativas, por meio do uso de dados mais confiáveis, mas apenas estudos com base em informações de campo, que determinem de modo mais confiável a biomassa presente nas diferentes formações e nos solos abaixo, e seu destino após a intervenção humana, permitirão avaliar o verdadeiro papel desses ecossistemas nas mudanças climáticas que acontecem no mundo. □

Sugestões para leitura

- GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A.; ROBERTS, J. M.; VICTORIA, R. L. *Amazonian deforestation and climate*. Nova York, John Wiley & Sons, 1996.
- LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, C. E. P. *Carbon sequestration in soils of Latin America*. Nova York, Food Products Press, 2006.
- FEARNSIDE, P. M. A. *A floresta amazônica nas mudanças globais*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), 2003.
- MARENGO, J. A. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- Na internet**
Página do Ministério da Ciência e Tecnologia: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/full/3881.html>
Página do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC): <http://www.ipcc.ch/>

ENERGIA E MATÉRIA ESCURA

Nosso misterioso
universo-fantasma

A física e a astronomia desempenham papéis complementares. A primeira descreve as leis que regem o universo; a outra determina o estado em que ele se encontra. O conjunto dessas leis e observações é o que chamamos Modelo Cosmológico Padrão (MCP), teoria que tem servido formidavelmente bem aos propósitos de explicar a evolução do universo desde seus primórdios até hoje. Porém, apesar de seus muitos sucessos, nem tudo vai bem na cosmologia. Porque, para compreender aquilo que observamos, com base nas leis físicas que conhecemos, precisamos postular algo que não enxergamos. O esqueleto no armário do MCP é que, para explicar o universo observado, precisamos recorrer a um verdadeiro 'universo-fantasma', formado por substâncias até agora misteriosas.

Raul Abramo

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Rogério Rosenfeld

Instituto de Física Teórica, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho

Em 1929, o astrônomo norte-americano Edwin Hubble (1889-1953) foi o primeiro cientista a detonar as noções pré-históricas de um cosmo estático e imutável, ao demonstrar que o universo está em expansão. Porém, poucos anos depois, o astrônomo suíço Fritz Zwicky (1898-1974) notou que faltavam peças cruciais naquela fabulosa nova teoria. A situação era semelhante à de um mosaico em que tudo parecia se encaixar, exceto para algumas partes que pareciam literalmente invisíveis.

Por volta de 1930, Zwicky começou a observar o Aglomerado de Coma, no qual centenas de galáxias ocupam um espaço muito pequeno, como um enxame de abelhas – de fato, a maior parte das galáxias no universo está organizada em aglomerados.

A velocidade com que uma galáxia se movimenta em relação às outras do aglomerado depende da quantidade total de matéria (ou energia gravitacional) contida nesses gigantescos agrupamentos cósmicos. Zwicky descobriu que a quantidade de matéria observada por meio do brilho das galáxias era cerca de 400 vezes menor

que aquela necessária para explicar a variação de velocidade das galáxias em Coma. Ele concluiu que havia matéria que não brilhava e que, portanto, não era visível.

As conclusões de Zwicky resistiram ao teste do tempo, e gerações de astrônomos confirmaram essa falta crônica de matéria em todas as centenas de aglomerados de galáxias que foram estudados em detalhe até hoje.

PROBLEMA PERSISTENTE

Na segunda metade do século passado, diversos astrônomos, principalmente Vera Rubin, do Instituto Carnegie, em Washington (Estados Unidos), perceberam que as próprias galáxias não poderiam girar da maneira observada se apenas a massa de suas estrelas e do gás intergaláctico fosse contabilizada. Também parecia faltar algo.

Da teoria da gravitação do físico inglês Isaac Newton (1642-1727), sabemos que a velocidade de rotação de uma galáxia deve variar do seguinte modo: ela aumenta significativamente com o raio para depois, à medida que nos afastamos do centro dessa galáxia, decrescer acentuadamente, como mostra a linha tracejada na figura 1.

Entretanto, as observações de Rubin tiveram resultados como o apresentado em vermelho na figura 1: a velocidade de rotação permanece praticamente constante, mesmo para distâncias maiores que as da borda visível da galáxia. Esse comportamento indica a presença, no entorno das galáxias, de algum tipo de matéria escura, formando um halo invisível, aproximadamente esférico, ao redor da galáxia (figura 1).

ESCURA, MAS FEITA DO QUÊ?

Naturalmente, a primeira hipótese levantada foi a de que essa matéria escura, seja em galáxias, seja em aglomerados, seria simplesmente matéria normal (também chamada matéria bariônica), formada de átomos frios e escuros que não estariam emitindo luz. Porém, ainda na metade do século passado, já se sabia que essa explicação estava errada, por duas razões.

A primeira delas é que mesmo átomos frios e inertes têm a capacidade de absorver e reemitir luz e, portanto, não seriam totalmente escuros – nós os encontraríamos, se eles de fato estivessem lá.

A segunda razão pela qual a matéria escura não pode ser feita de átomos normais esbarra em um dos mais fascinantes capítulos da cosmologia. Uma das consequências do início quente e explosivo do universo (o *Big Bang*) é que, em uma época muito remota, quando o universo tinha menos de um minuto de vida, a temperatura era tão alta que ainda não existiam núcleos atômicos. Havia apenas uma ‘sopa’ quentíssima de partículas elementares, prótons, nêutrons, elétrons etc.

À medida que o universo foi se resfriando, essa sopa foi coagulando, e os primeiros núcleos (principalmente, os de hidrogênio e hélio) puderam se formar (Em tempo: os elementos mais pesados, como nossos átomos de carbono, oxigênio etc., só foram ser formados muito depois, no interior das estrelas, onde as altíssimas temperaturas permitem produzi-los por meio de reações nucleares baseadas na fusão de elementos mais leves. Desde então, esses elementos têm sido ejetados das estrelas, quando estas explodem em eventos chamados supernovas.)

O MCP prevê que aproximadamente a quarta parte de toda a matéria normal (bariônica) foi convertida em hélio nos três primeiros minutos de vida do universo – cálculos sofisticados também preveem quanto havia, naqueles instantes iniciais, de outros dois elementos leves, o deutério (hidrogênio ‘pesado’) e o lítio. Esses números foram verificados em cuidadosas observações ao longo dos últimos 20 anos, e seu total acordo com as previsões do MCP representa mais um sucesso dessa teoria.

Mas as quantidades de cada um desses elementos leves produzidos nos primeiros minutos do universo dependem sensivelmente de quanta matéria bariônica havia no momento em que esses núcleos foram formados. E a teoria indica que toda a matéria bariônica só poderia ter contribuído com cerca de 4% para a composição do universo. Em outras palavras: para explicar propriedades de galáxias e aglomerados, não podemos simplesmente tirar da cartola uma quantidade de matéria bariônica cinco ou 10 vezes maior que aquela diretamente observada, sob o risco de todo o edifício do MCP desabar.

Portanto, desde a época das observações de Zwicky, a hipótese mais

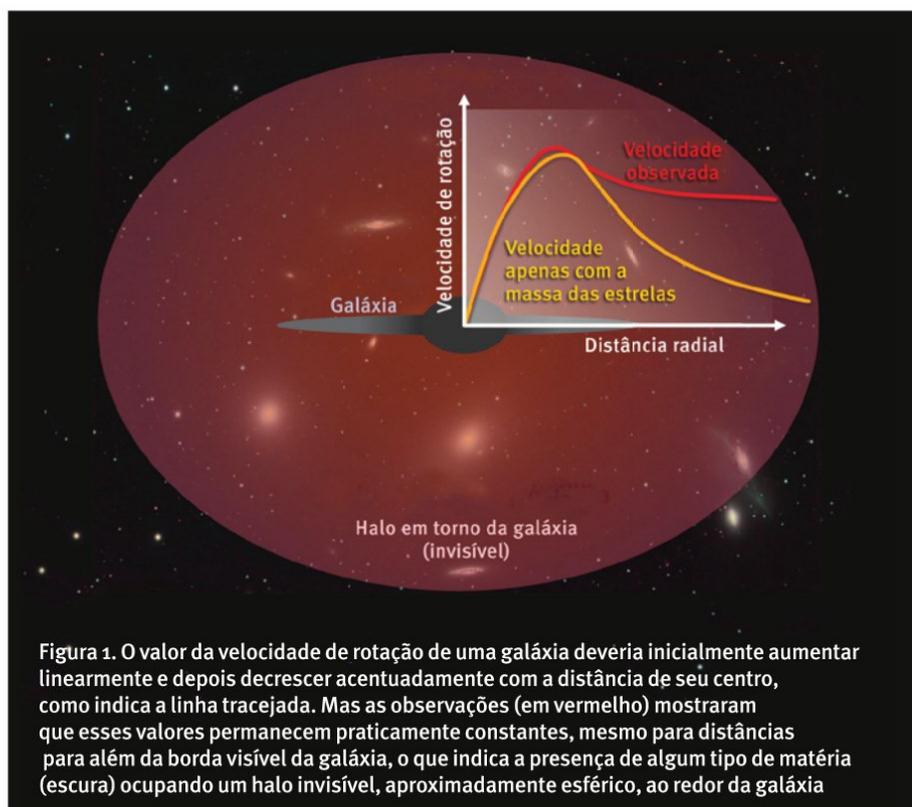


Figura 1. O valor da velocidade de rotação de uma galáxia deveria inicialmente aumentar linearmente e depois decrescer acentuadamente com a distância de seu centro, como indica a linha tracejada. Mas as observações (em vermelho) mostraram que esses valores permanecem praticamente constantes, mesmo para distâncias para além da borda visível da galáxia, o que indica a presença de algum tipo de matéria (escura) ocupando um halo invisível, aproximadamente esférico, ao redor da galáxia

Figura 2. O mapeamento detalhado do aglomerado da Bala revelou que a maior parte da massa dos dois aglomerados originais, que se fundiram, foi detectada não no local da colisão (manchas avermelhadas), mas sim em duas partes separadas, uma para cada lado do local da colisão, vistas aqui como manchas azuladas, representando a matéria escura

plausível é a de que todas as estruturas do universo (galáxias, aglomerados, 'aglomerados de aglomerados' e assim por diante) são compostas por uma parte visível (feita de estrelas, planetas e gás, correspondendo a aproximadamente 20% da massa total) e por outra parte invisível, composta de um halo difuso de matéria escura (cerca de 80% da massa total das estruturas).

Apesar de seus muitos detratores ("sicofantas", segundo o irascível Zwicky), a matéria escura seguia firme e forte.

Desse modo, ficamos na incômoda posição de ter de admitir que, primeiro, em todas as grandes estruturas do universo, por volta de 80% da massa estão em um componente escuro; e, segundo, que esse componente escuro não é feito de átomos 'normais', mas de alguma outra partícula elementar.

CAÇANDO FANTASMAS

Explicar algo que se observa apelando para substâncias fantasmagóricas cheira a bruxaria. E, naturalmente, a noção de uma matéria escura e não bariônica gerou décadas de controvérsias. Porém, em 2006, um grupo liderado por Douglas Clowe, do Observatório Steward, no Arizona (Estados Unidos), fez uma série de observações que praticamente enterrou to-

das as outras teorias do crime e apontou um firme dedo acusatório na direção da matéria escura não bariônica.

O grupo observou o chamado aglomerado da Bala, resultado da lenta fusão de dois aglomerados de galáxias (figura 2). Essas observações, tanto na astronomia óptica quanto na frequência de raios X (esta última é a melhor maneira de detectar o gás quente que permeia os aglomerados), revelaram algo surpreendente.

Imagine que dois fantasmas tivessem se vestido com lençóis e tivessem se jogado um contra o outro. Naturalmente, os próprios fantasmas atravessariam um ao outro, mas os lençóis ficariam enrolados no ponto de encontro (o leitor talvez esteja se perguntando como fantasmas poderiam vestir lençóis, já que eles não têm a capacidade de interagir com a matéria bariônica... para nossos propósitos aqui, deixemos esse detalhe de lado).

A analogia com a situação real é a seguinte: o mapeamento detalhado do aglomerado da Bala revelou que a maior parte da matéria visível dos aglomerados (o 'lençol' de gás dos aglomerados) ficou no meio do caminho, marcando o lugar da primeira colisão entre as duas estruturas (manchas avermelhadas na figura 2). Todavia, a maior parte da massa dos dois aglomerados originais foi detectada não no local da colisão, mas sim separada, em duas partes, uma para cada lado do local da colisão (as manchas azuladas na fi- ▶

gura 2). É como se os dois aglomerados tivessem se atravessado completamente, desnudando sua capa de matéria normal e revelando a grande quantidade de matéria escura que eles escondiam.

O leitor perceberá que encaixamos aqui um elemento novo: como é que podemos ‘detectar’ essa massa, se ela é, em sua maior parte, invisível?

A resposta para essa pergunta passa por ninguém menos que o físico alemão Albert Einstein (1879-1955). Depois de formular sua teoria da gravitação (a chamada relatividade geral), Einstein mostrou, em outro artigo, o conceito de lente gravitacional: assim como uma lente comum desvia a luz, a presença de uma massa altera o movimento de um raio luminoso, pois este último pode sentir o ‘puxão’ gravitacional.

O que os astrônomos que observaram o aglomerado da Bala fizeram foi mapear a luz que passa através da lente gravitacional formada por aquele conjunto de galáxias. Pelo desvio sofrido pelos raios luminosos, foi possível dizer exatamente onde estava a massa do aglomerado e quanto ela valia. Assim, puderam comprovar que a matéria escura está mesmo lá, para valer. E que ela não é bariônica. De quebra, mostraram que a relatividade geral parece, sim, funcionar, mesmo para estruturas gigantescas, como aglomerados de galáxias.

Porém, lamentavelmente, ainda não há evidências diretas da matéria escura. Recentemente, o telescópio espacial Fermi/Glast, bem como o Pamela, equipamento a bordo de um satélite, detectaram uma ‘chuva’ de partículas espaciais interpretada como resultante da aniquilação da matéria escura. Mas o significado dessas observações ainda gera polêmica.

ALÉM DE MATÉRIA, ENERGIA ESCURA!

Como se não bastasse só um grande enigma, outro mistério começou a surgir no final do século passado e ganhou força total em 1998, quando astrônomos norte-americanos revelaram o resultado de observações de supernovas do tipo 1A. Assim como as estrelas cefeidas, que ajudaram Hubble a determinar a expansão do universo, as supernovas 1A têm uma curiosa característica: funcionam como se fossem lâmpadas-padrão. Portanto, dependendo do brilho delas que chega à Terra, é possível estimar as distâncias até esses objetos – um grande luxo quando pensamos nas gigantescas escalas envolvidas.

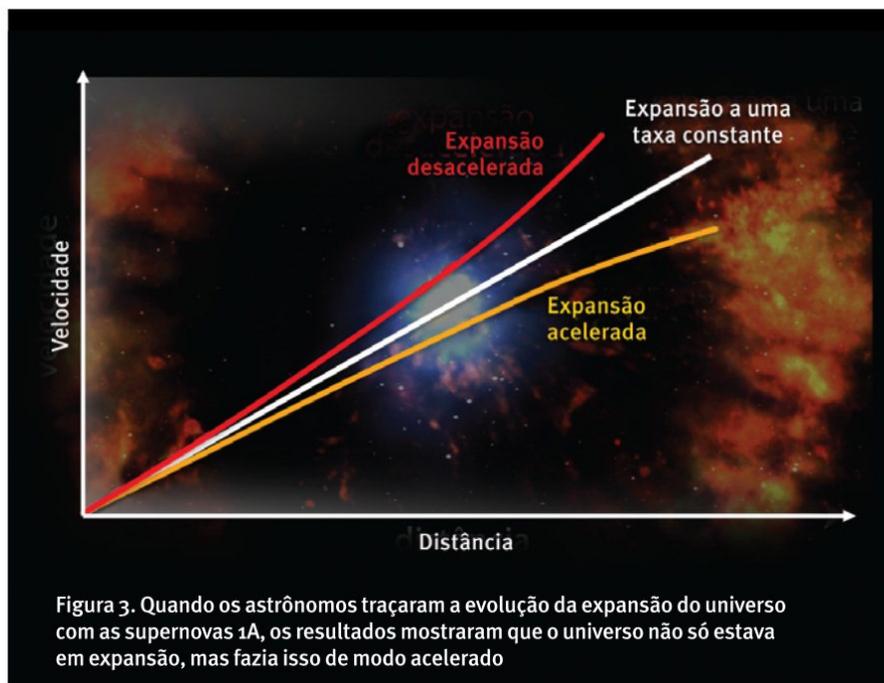
Mas, enquanto as cefeidas têm um brilho que oscila com período muito bem definido (que é exatamente o que as torna lâmpadas-padrão), as supernovas são estrelas que explodem. Portanto, seu brilho cresce muito por um breve período e depois diminui, à medida que a explosão termina (do começo ao fim, essas explosões duram algumas dezenas de dias). No pico de sua luminosidade, uma supernova 1A pode brilhar mais que toda uma galáxia, o que a torna incomparavelmente mais poderosa que qualquer cefeida. Isso significa que as supernovas 1A nos permitem testar não só a expansão do universo, mas como essa expansão tem evoluído ao longo do tempo.

Quando os astrônomos traçaram a evolução da expansão do universo com as supernovas 1A, fomos surpreendidos, mais uma vez: há aproximadamente 5 bilhões de anos, o universo aparentemente começou a se acelerar, ou seja, a se expandir cada vez mais rápido (figura 3).

Mas essa conclusão parece estranha: se o universo contém matéria, e a matéria se atrai mutuamente pela força da gravidade, então a expansão deveria estar diminuindo de velocidade e não aumentando! A salvação para esse aparente paradoxo vem, mais uma vez, da relatividade geral, que prevê que uma substância que tem uma pressão negativa – sim, pressão negativa! – pode ter exatamente esse efeito repulsivo.

Em resumo: para explicarmos a aceleração do universo, precisamos invocar uma segunda forma de energia, cuja natureza ainda é desconhecida e que exerce pressão ao contrário.

Mas quanto dessa segunda substância, batizada energia escura, realmente seria preciso?



Sugestões para leitura

WEINBERG, S. *Os três primeiros minutos* (Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1980).

GLEISER, M. *A dança do universo* (São Paulo: Companhia das Letras, 1998).

GREENE, B. *O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva* (São Paulo: Companhia das Letras, 2001).

Na Internet (em inglês):

Cosmologia: www.nap.edu/readingroom/books/cosmology/index.html

Cosmologia: <http://hepwww.rl.ac.uk/public/bigbang/part1.html>

Telescópio Hubble: www.stsci.edu

Mapeamento do universo: www.sdss.org/

Curso de cosmologia: www.astro.ucla.edu/~wright/cosmolog.htm

DIAGNÓSTICO POR EXCLUSÃO

Outra peça de evidência vem da radiação cósmica de fundo em micro-ondas, um tipo de ruído de fundo formado pela luz que se separou da matéria bariônica quando os primeiros átomos neutros se formaram, 380 mil anos depois do início do universo. A observação detalhada desse 'eco' do *Big Bang*, além de ter rendido o prêmio Nobel de Física de 2006 aos norte-americanos George Smoot e John Mather, foi fundamental para estabelecer que o universo tem o que chamamos de densidade crítica, uma espécie de equilíbrio perfeito entre a massa e a taxa de expansão.

A radiação cósmica de fundo revela que a matéria bariônica e a matéria escura juntas não representam mais do que 30% de toda a matéria e energia do universo. Os 70% remanescentes devem estar escondidos em outra forma de matéria.

Ou seja:

i) por um lado, a radiação de fundo nos diz que, mesmo contabilizando a matéria escura, ainda ficam faltando 70% do 'orçamento' de matéria/energia do universo – vale lembrar que os conceitos de energia e matéria são intercambiáveis, graças à descoberta de Einstein expressa na fórmula $E = m.c^2$, onde E é energia, m é a massa e c é a velocidade da luz no vácuo (300 mil km/s);

ii) por outro, os dados de supernovas 1A nos dizem que boa parte desse total não é feito nem de matéria normal, nem de matéria escura (que tendem a desacelerar a expansão em função da atração gravitacional), mas de outra forma escura de energia com pressão negativa.

Assim, nasceu a noção de energia escura: uma forma completamente desconhecida e exótica de matéria, responsável por 70% da constituição do universo, cujo único efeito observado até hoje é provocar a aceleração da expansão do universo. Quanto menos falarmos sobre esse misterioso ingrediente cósmico, melhor, porque dele ainda não sabemos praticamente nada.

NASA

REVOLUÇÃO À VISTA

Estamos vivendo em uma época fascinante para a cosmologia. Temos informações detalhadas e precisas sobre o universo, e essas informações produziram resultados surpreendentes: o universo está em expansão acelerada e não conhecemos 95% da composição dele!

Eis a receita que constatamos para o nosso universo: 4% de átomos 'normais', 26% de uma partícula elementar ainda não descoberta (responsável pela matéria escura) e cerca de 70% de um meio difuso, com propriedades exóticas (pressão negativa), de origem ignorada.

Essas conclusões apontam para a necessidade de novos modelos na física das partículas elementares. Novos instrumentos astronômicos, planejados ou já em atividade, testarão esses novos modelos em um nível de detalhe até há pouco tempo inimaginável. E, em algumas teorias, prevê-se que as partículas da matéria escura poderão ser produzidas no imenso acelerador LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Hádrons), que em breve deve entrar em funcionamento em Genebra (Suíça).

Uma revolução está em curso. E é certo que dela resultará um novo paradigma para as futuras gerações. ■

Darwin e a teoria da evolução

Sem a teoria da evolução, a biologia se torna uma miscelânea de fatos, alguns interessantes ou curiosos, mas sem significado quando considerados em conjunto. Essa frase, de um famoso geneticista, deixa clara a importância das ideias lançadas há 150 anos por Charles Darwin para a biologia e, por extensão, para o conhecimento humano. Apesar disso, o darwinismo sofre constantemente críticas, em razão de sua incompatibilidade com os mitos da criação expressos em textos religiosos. Esses ataques infundados agredem o modo de pensar científico e os processos de construção de conhecimento sobre o mundo natural.

José Mariano Amabis

*Departamento de Genética e Biologia Evolutiva,
Instituto de Biologia, Universidade de São Paulo*

Blanche Christine Bitner-Mathé

*Departamento de Genética, Instituto de Biologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



Este é um ano particularmente importante para a ciência. São comemorados os 150 anos da publicação do livro *A origem das espécies* e os 200 anos do nascimento de seu autor, o naturalista inglês Charles Robert Darwin (1809-1892) (figura 1). A obra original, em inglês, tinha um longo título: *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life* (que pode ser traduzido como *Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural, ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*).

O livro de Darwin, considerado um dos mais importantes da história humana, foi seminal na área das ciências biológicas. Pode-se dizer que a biologia, sem a essência do darwinismo, seria uma ciência menor. Como disse em 1973 o geneticista russo, naturalizado norte-americano, Theodosius Dobzhansky (1900-1975), em artigo na revista *American Biology Teacher*: “Interpretada sob a luz da evolução, a biologia é, talvez, sob o ponto de vista intelectual, a mais inspirada e satisfatória das ciências”.

REUTERS / M. RIBEIRO

Boneco de cera que retrata Charles Darwin aos 18 anos, quando começou a estudar na Universidade de Cambridge – o boneco, produzido pela escultora antropológica Elisabeth Daynes, foi exibido na mostra ‘A evolução de Darwin’, promovida em Lisboa (Portugal) pela Fundação Calouste Gulbenkian entre fevereiro e maio deste ano

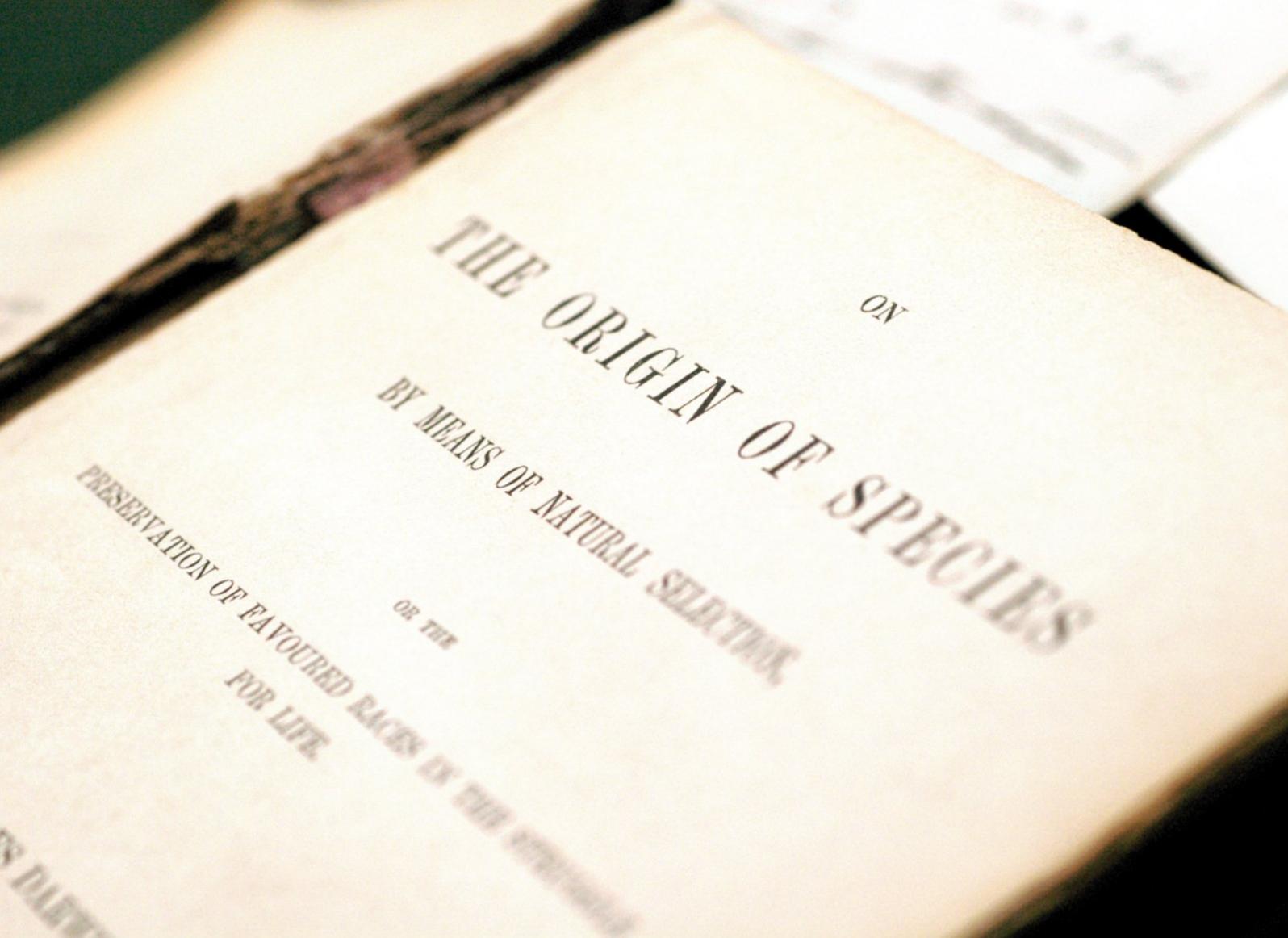


Figura 1. O inglês Charles Darwin lançou, em 24 de novembro de 1859, a primeira edição de seu livro mais famoso, *A origem das espécies*

O darwinismo tem, no entanto, sofrido incessantes ataques desde a publicação de *A origem das espécies*. Uma das razões é a incompatibilidade entre as ideias evolucionistas e a interpretação literal dos mitos de criação descritos em textos religiosos, como a *Bíblia*. Ao propor o parentesco evolutivo entre todos os seres vivos, Darwin fez algo mais contundente do que desafiar o dogmatismo religioso: eliminou a separação entre os humanos e os outros animais. Nós e eles descendemos de um mesmo ancestral que viveu no passado.

Darwin tocou na raiz do que significa ser humano: nossa espécie não seria o resultado de um ato de criação divina especial, mas o produto de um processo natural responsável por toda a diversidade biológica existente. Isso é algo de que devemos nos orgulhar, e não nos envergonhar. Logo que surgiram as críticas ao evolucionismo, o naturalista inglês Thomas Henry Huxley (1825-1895), contemporâneo de Darwin e grande defensor de suas ideias, respondeu que não havia nada degradante em sermos macacos modificados em vez de sujeira transformada, como está na *Bíblia*.

O combate ao darwinismo persiste até hoje, tanto por grupos fundamentalistas, conhecidos como criacionistas, quanto pelos adeptos do chamado 'desenho inteligente' (em inglês, *intelligent design*). Os criacionistas não admitem outras explicações para os fenômenos naturais que não a interpretação literal dos textos bíblicos. Já o desenho inteligente considera os sistemas biológicos muito complexos para terem surgido por evolução, propondo a interferência de uma "inteligência superior" em sua criação. Na verdade, o desenho inteligente não passa de um criacionismo com ideias mais sofisticadas. Nas palavras do zoólogo britânico Richard Dawkins, "é apenas criacionismo camuflado" (ver 'Mito, razão e ciência' e 'Consciência e dogma: a origem do *Homo sapiens*', em *CH* nº 215). Os ataques ao evolucionismo, como veremos mais adiante, não se restringem a esse campo particular da ciência. Eles agridem o modo de pensar científico e os processos de construção de conhecimento sobre o mundo natural. Antes de entrarmos nessa questão filosófica, porém, vejamos qual é a essência do darwinismo.

A evolução e seu mecanismo

Em 10 de maio de 1837, cerca de sete meses após retornar de uma viagem de cinco anos ao redor do mundo, como naturalista do navio Beagle, Darwin inicia o primeiro caderno de anotações sobre a transmutação das espécies. Em uma das páginas (figura 2), ele esboça um esquema, após a expressão *I think* (“Eu penso”). Esse esquema, que pela primeira vez sugere a diversificação dos seres vivos, marca um momento ímpar no processo científico: o nascimento de uma teoria.

A ideia central do darwinismo, retratada no esquema, é a da ancestralidade comum, isto é, a de que todo ser vivo compartilha, em algum ponto no passado, um mesmo ancestral. Convencido da veracidade desse conceito, Darwin passou as duas décadas seguintes reunindo evidências que o sustentassem e imaginando um mecanismo que explicasse a diversificação da vida. Ele tinha muitas evidências, coletadas nos mais diversos lugares que visitou na viagem do Beagle. E desenvolveu a explicação por analogia com a seleção artificial que agricultores e criadores de animais realizam em espécies de seu interesse.

Refletindo sobre a origem das variedades domesticadas de animais e plantas, que exibem características diferentes das dos ancestrais selvagens e adequadas aos interesses dos seres humanos, Darwin escreveu em *A origem*: “O poder de seleção e de acumulação que o homem possui é a chave desse problema: a natureza fornece as variações sucessivas, o homem as acumula em certos sentidos que lhe são úteis. Assim sendo, pode-se dizer que o homem criou, para seu proveito, raças úteis (...)”.

Ele imaginou, então, que um processo comparável ocorre na natureza, não por interferência humana, mas em decorrência da disputa dos indivíduos

de uma espécie pelos poucos recursos disponíveis e necessários para sua subsistência e reprodução; uma verdadeira ‘luta pela sobrevivência’. Ele explicou o processo em seu livro: “Devido a essa luta, as variações, por mais fracas que sejam e seja qual for a causa de onde provenham, tendem a preservar os indivíduos de uma espécie e transmitem-se comumente à descendência se forem úteis a esses indivíduos nas suas relações por demais complexas com os outros seres organizados e com as condições físicas da vida. Os descendentes terão, por si mesmos, em virtude disso, maior probabilidade de sobreviver; porque, dos indivíduos de uma espécie nascidos periodicamente, um pequeno número poderá sobreviver. Deixado a esse preceito, em virtude do qual uma variação, por mínima que seja, se conserva e se perpetua, se for útil, a denominação de seleção natural, para indicar as relações desta seleção com a que o homem pode operar (...)”.

Em uma introdução escrita para a edição centenária de *A origem das espécies*, o biólogo inglês Julian Huxley (1887-1975), neto de Thomas Huxley, diz por que este é um grande livro: “Em primeiro lugar, porque ele demonstra de modo convincente ▶

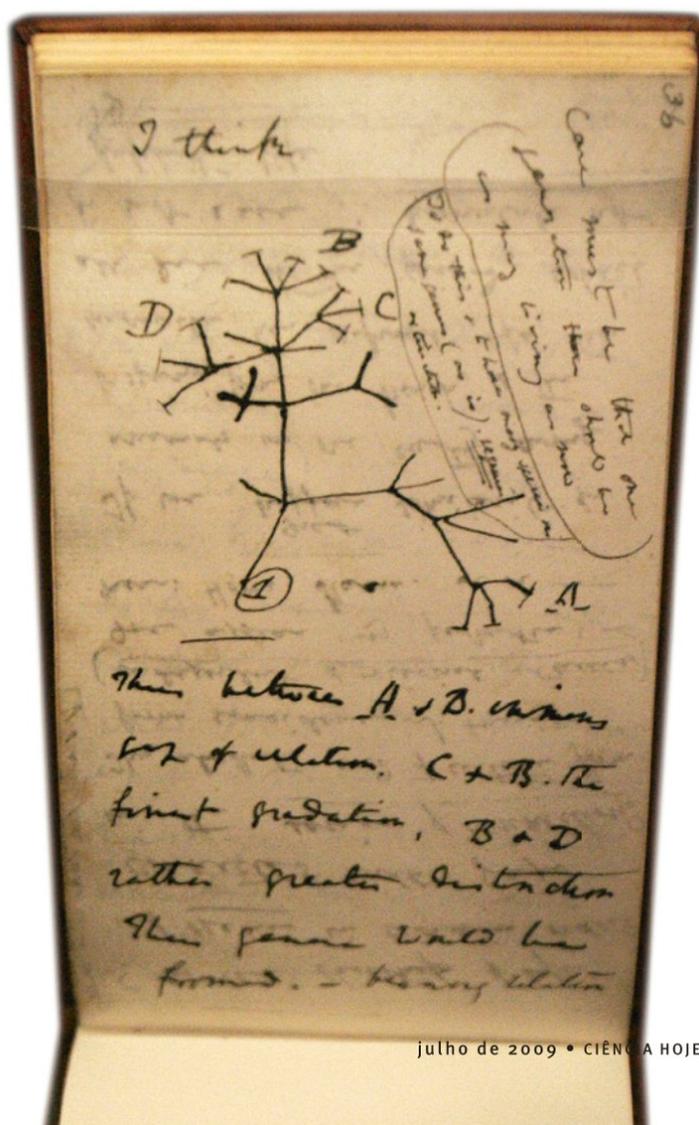


Figura 2. O esquema em forma de árvore, esboçado no primeiro caderno de anotações de Darwin sobre evolução, foi a maneira como ele representou a ideia que acabava de conceber: que as semelhanças entre espécies biológicas refletem o grau de parentesco evolutivo entre elas. A extremidade livre de cada ramo representa uma espécie, e cada ponto em que um grupo de ramos se reúne representa o ancestral comum, a partir do qual as espécies indicadas pelos ramos se diferenciaram

A teoria, a mosca e os humanos

A mosca-da-banana (*Drosophila melanogaster*) é um dos principais modelos experimentais em biologia. Os estudos com esse inseto forneceram os fundamentos tanto para a genética quanto para muitos aspectos da biologia evolutiva. O Brasil tem forte tradição de pesquisa em biologia evolutiva de drosófilas, impulsionada com a vinda ao Departamento de Biologia Geral da Universidade de São Paulo, nas décadas de 1940 e 1950, de Theodosius Dobzhansky. Pesquisas com essa mosca são realizadas atualmente em laboratórios de norte a sul do país.

No Departamento de Genética da Universidade Federal do Rio de Janeiro, um dos autores e seus colaboradores pesquisam as asas da mosca-da-banana visando contribuir para uma melhor compreensão da arquitetura genética e dos processos de desenvolvimento responsáveis pela determinação de características que apresentam variação nas populações. Nesses estudos, analisa-se a forma das asas, que podem ser mais, ou menos, arredondadas e exibir variações no posicionamento de suas veias (nervuras). Tais características variam entre indivíduos da mesma espécie e entre espécies diferentes. No entanto, após um programa de seleção e cruzamento, foi possível, em cerca de 50 gerações (número razoavelmente pequeno), obter indivíduos de *D. melanogaster* com formas de asa semelhantes às de outras espécies de moscas que dela divergiram há mais de 40 milhões de anos (figura 3).

Essa alteração na forma das asas por seleção em tão poucas gerações permite concluir que havia, na população de *D. melanogaster* do início da pesquisa, variabilidade genética suficiente para o desenvolvimento de formas de asa que vão muito além das observadas nessa mosca. Em outras palavras, essa espécie teria capacidade de ter asas com forma semelhante à de outras espécies e só não as têm porque esse potencial está sendo limitado por algum tipo de

mecanismo, que pode ser alterado por seleção. Exemplos como esse, do poder da seleção na alteração morfológica de características de uma espécie, são comuns. O interessante, no caso da drosófila, é que esse é um organismo modelo, para o qual temos muitas informações genéticas e de biologia do desenvolvimento, o que abre perspectivas únicas para entendermos os processos que levam à diversidade morfológica dentro de e entre espécies e pode auxiliar na compreensão de interações complexas entre fatores genéticos e ambientais, como ocorre em diversas doenças humanas.

O exemplo acima mostra que, em biologia, quando elaboramos hipóteses, interpretamos os resultados obtidos e extrapolamos essas explicações para outras espécies, estamos trabalhando dentro da teoria da evolução. Só podemos usar uma espécie como modelo biológico, generalizando os resultados para outras, porque acreditamos que elas compartilham processos biológicos similares, o que só é explicado cientificamente se admitirmos que elas herdaram de um mesmo ancestral as semelhanças compartilhadas. Não fosse essa teoria, não teria sentido generalizar certos princípios obtidos em experimentos com organismos-modelo, como drosófilas, camundongos ou bactérias, princípios que constituem os alicerces da genética e de campos mais recentes, como a engenharia genética. Sem teorias não há ciência e sem a teoria da evolução a biologia simplesmente não seria uma das áreas mais inspiradas do conhecimento humano.

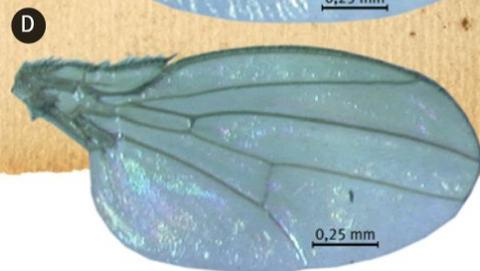
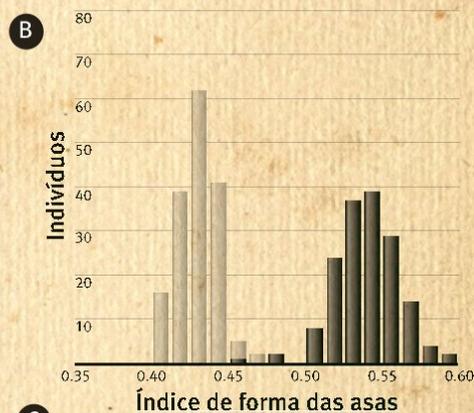
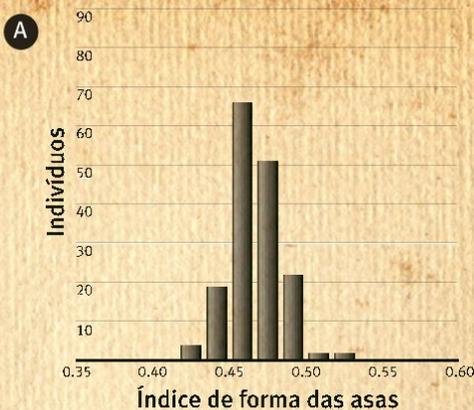
Figura 3. Gráficos da distribuição da forma das asas (segundo um índice matemático) de *Drosophila melanogaster* em uma amostra de população natural (A) e em amostras de linhagens selecionadas (B) para ter asas mais alongadas (cinza claro) e mais arredondadas (cinza escuro) após 50 gerações, e fotografias de asas (C e D) correspondentes a esses dois tipos

o fato da evolução: ele fornece um vasto e bem escolhido corpo de evidências mostrando que os animais e plantas existentes não podem ter sido criados isoladamente nas formas atuais, mas devem ter evoluído de formas precedentes por lentas transformações. Em segundo lugar, porque a teoria da seleção natural, que em *A origem* é exposta de modo tão completo e lúcido, fornece um mecanismo por meio do qual tais transformações puderam e foram automaticamente produzidas. A seleção natural torna a evolução inteligível em termos científicos: foi isso, mais do que qualquer outra coisa, que convenceu biólogos profissionais como Sir Joseph Hooker, T. H. Huxley e Ernst Haeckel.”

A inconsistência das críticas

Voltando à questão dos ataques à teoria da evolução, vamos analisar dois argumentos que seus detratores costumam utilizar: (1) o evolucionismo é apenas uma teoria e não um fato; e (2) o evolucionismo não tem explicações para todos os fatos relativos à diversidade biológica.

O primeiro argumento revela falta de compreensão do significado, em ciência, dos termos ‘teoria’ e ‘fato’. A crítica dos criacionistas dá a entender que fato é mais importante do que teoria, mas, no con-



B. BITNER-MATHÉ E OUTROS, IB, UFRJ

texto da ciência, são coisas diferentes. Fatos são os dados do mundo, aquilo que podemos perceber por meio de nossos sentidos ou de aparelhos que ampliam esses sentidos. Teorias são ideias que tentam explicar e interpretar os fatos, são modelos de como o mundo funciona. O austríaco Karl Popper (1902-1994), filósofo da ciência, definiu as teorias científicas como ‘enunciados universais’. Nas suas palavras: “As teorias são redes lançadas para capturar aquilo que denominamos o ‘mundo’: para racionalizá-lo, explicá-lo, dominá-lo. Nossos esforços são no sentido de tornar as malhas da rede cada vez mais estreitas”.

Teorias são as estruturas mais importantes em ciência; fatos só se tornam importantes quando vistos dentro de um corpo teórico. Em si, nada significam. São as teorias que dão sentido ao que vemos e nos permitem fazer observações objetivas sobre fenômenos naturais. Sem elas, não conseguimos fazer perguntas em ciência, nem planejar experimentos ou interpretar os resultados das observações. Sem a teoria da evolução, não teríamos como explicar a diversidade do mundo natural a não ser creditando-a ao capricho de um ‘criador’ (inteligência superior, para os adeptos do desenho inteligente), mas isso não é científico.

O cerne do pensamento científico, surgido há cerca de 2,5 mil anos, na antiga Grécia, e consolidado com a revolução científica dos séculos 16 e 17, que deu origem à ciência moderna, é basear as explicações para os fenômenos naturais em fatos e processos da própria natureza. Quando invocamos o sobrenatural para explicar a natureza, saímos do campo da ciência e passamos para o da crença religiosa.

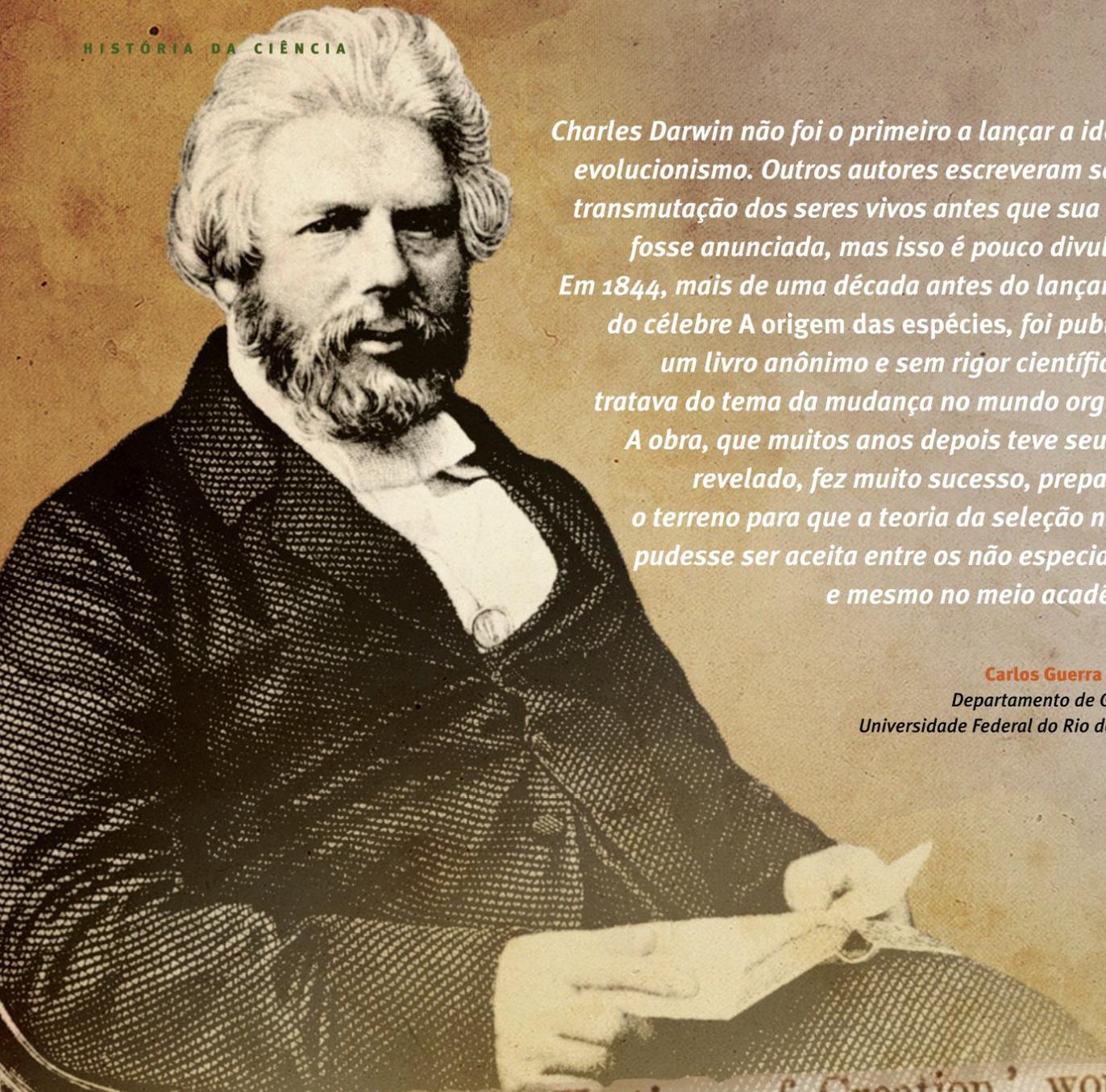
É por isso que devemos nos opor à proposta dos fundamentalistas de ensinar nas escolas as duas visões (evolucionista e criacionista), deixando aos estudantes a decisão de qual seguir. Tal argumento é uma falácia, embora à primeira vista pareça razoável, já que dentro da própria ciência há temas controversos. Na verdade, o criacionismo ou o desenho inteligente não são alternativas ao evolucionismo simplesmente porque seus argumentos não são científicos, mas religiosos.

E quanto ao argumento de que o evolucionismo não tem explicações para todos os fatos relativos à diversidade biológica? Aqui também os críticos revelam profunda deficiência na área da história e filosofia da ciência. Teorias científicas não nascem prontas, com uma forma definitiva. O trabalho dos cientistas é tentar aperfeiçoá-las continuamente ou, se elas falham, substituí-las por outras melhores. Ou seja, “tornar as malhas da rede cada vez mais finas”, como dizia Popper. A ciência, lembra o antropólogo britânico Robin Dunbar, “é um processo de retroalimentação, ela aprende a partir de seus próprios erros”. Seu comportamento, diz ele, “é darwiniano, no sentido de que apenas as teorias bem-sucedidas sobrevivem”.

A teoria da evolução sobreviveu a todos os testes a que foi submetida desde sua origem. Com a incorporação dos conhecimentos advindos da genética, ela atingiu a ‘maioridade científica’ e continua a iluminar os caminhos de investigação do mundo vivo. Como disse Dobzhansky, no artigo já citado: “Sem essa luz, a biologia se torna uma miscelânea de fatos – alguns deles interessantes ou curiosos, mas desprovidos de significado quando considerados em conjunto”.

Sugestões para leitura

CHALMERS, A. *O que é ciência afinal?* São Paulo, Brasiliense, 1997.
 DARWIN, C. *A origem das espécies.* São Paulo, Larousse/Escala, 2009.
 RUSE, M. *Levando Darwin a sério.* Belo Horizonte, Itatiaia, 1995.
 TORT, P. *Darwin e a ciência da evolução.* Rio de Janeiro, Objetiva, 2004.
 ZIMMER, C. *O livro de ouro da evolução.* Rio de Janeiro, Ediouro, 2003.



Charles Darwin não foi o primeiro a lançar a ideia do evolucionismo. Outros autores escreveram sobre a transmutação dos seres vivos antes que sua teoria fosse anunciada, mas isso é pouco divulgado. Em 1844, mais de uma década antes do lançamento do célebre A origem das espécies, foi publicado um livro anônimo e sem rigor científico que tratava do tema da mudança no mundo orgânico. A obra, que muitos anos depois teve seu autor revelado, fez muito sucesso, preparando o terreno para que a teoria da seleção natural pudesse ser aceita entre os não especialistas e mesmo no meio acadêmico.

Carlos Guerra Schrago
Departamento de Genética,
Universidade Federal do Rio de Janeiro

The author of the 'Vestiges of Creation' would, I presume, say that, after a certain unknown number of generations, some bird had given birth to a woodpecker, and some plant to the misseltoe, and that these had been produced perfect as we now see them; but this assumption seems to me to be no explanation, for it leaves the case of the coadaptations of organic beings to each other and to their physical conditions of life, untouched and unexplained.

Vestígios da criação

Robert Chambers e a recepção ao darwinismo

Em 24 de novembro de 1859, chegava às livrarias a primeira edição de um dos livros mais importantes da história da ciência: *A origem das espécies*, do naturalista Charles Darwin (1809-1882). Essa obra influenciou profundamente o destino da nova ciência da biologia, palavra criada não muito antes dessa data para tentar unificar os estudos de história natural e de fisiologia dos seres vivos. O livro, mais ainda, colocou seu autor entre os grandes pensadores da humanidade, pois as ideias expressas nele ecoariam em ramos tão diversos quanto psicologia e agronomia. Em uma Inglaterra vitoriana imersa em tradições oriundas da tradição judaico-cristã e concepções filosóficas ainda bastante associadas ao pensamento clássico (da Antiguidade) e escolástico (da época medieval), o darwinismo apresentaria uma nova visão do mundo natural e da posição do ser humano neste. Romperia definitivamente com as ideias de filósofos gregos, como o idealismo de Platão e a doutrina finalista de Aristóteles, abalando os fundamentos do judaísmo, do cristianismo e do islamismo.

Apesar do enorme impacto na história intelectual dos humanos, o evolucionismo – ou, de forma mais ampla, o transmutacionismo – não é uma novidade darwiniana. Diversos autores, inclusive o avô de Darwin, Erasmus (1731-1802), abordaram a ideia de transformação ou desenvolvimento dos seres vivos. Entretanto, pouco é divulgado sobre a literatura transmutacionista existente na própria Grã-Bretanha antes da publicação de *A origem*. Afinal, os livros didáticos simplificaram a história da biologia evolutiva na oposição entre Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) e Darwin, como se apenas esses dois pensadores tivessem relevância na descoberta da evolução das espécies. Com isso, na caricatura ‘Lamarck, que errou/ Darwin, que acertou’, mesmo

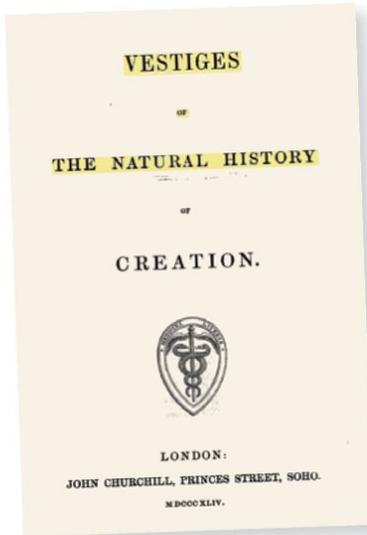
a importância de Alfred Russel Wallace (1823-1913), codescobridor da teoria da seleção natural, fica reduzida (ver ‘Um nome fundamental’ e ‘A marcha da natureza e seus descaminhos’, nesta edição).

Dos livros britânicos do século 19 que discutiram a ideia de mudança no mundo orgânico antes de Darwin, o mais importante é, sem dúvida, *Vestígios da história natural da criação*, do editor e pensador escocês Robert Chambers (1802-1871). Sua importância é tanta que muitos historiadores, e o próprio Darwin, sugeriram que a aceitação de *A origem das espécies* não teria sido tão imediata se Chambers não tivesse introduzido a ideia da transmutação ao público, leigo e especializado, em seu livro, publicado anonimamente em 1844. Nesse mesmo ano, vale lembrar, Darwin apresentou a seu amigo e confidente, o botânico Joseph Hooker (1814-1911), um manuscrito de 1839 que expunha os princípios de sua teoria.

A importância de Chambers

Mas quem foi Chambers e por que seu livro é tão importante? Ele nasceu em Peebles, na Escócia, em 1802. Ele e o irmão William foram educados em escolas locais e, por volta de 1832, já em Edimburgo, a atual capital escocesa, fundaram a editora W. & R. Publishers, que obteve considerável sucesso, dando a eles influência nos círculos políticos e científicos. O caçula Robert, um leitor compulsivo, devorava avidamente tratados de ciências naturais, especialmente de geologia, o que o motivou a fazer expedições geológicas à Escandinávia e ao Canadá. ▶

O escocês Robert Chambers foi o autor do livro *Vestígios da história natural da criação*, lançado anonimamente em 1844, que antecipou a ideia da transmutação das espécies. Charles Darwin, na primeira edição de *A origem das espécies*, em 1859, criticou (trecho reproduzido à esquerda, abaixo) o livro de Chambers, na época ainda de autoria desconhecida



Folha de rosto da primeira edição (lançada anonimamente em 1844) do livro de Robert Chambers

Em 1844, Robert Chambers fez os arranjos necessários para a publicação anônima de *Vestígios da história natural da criação*. No livro, ele propõe que a origem e evolução do universo e dos seres vivos, inclusive dos humanos, ocorreram por causas naturais, mas não especifica o mecanismo exato dessas mudanças. Na verdade, o texto não tinha rigor científico, o que lhe rendeu comentários negativos. Chambers, porém, usou uma linguagem acessível ao leitor não especialista para falar da formação dos corpos espaciais, da

constituição do planeta Terra, da formação das primeiras rochas, da origem da vida, da origem dos vertebrados, da evolução humana e mesmo da formação das sociedades humanas.

Apesar da falta de formalidade acadêmica e das severas críticas, o livro foi um enorme sucesso, vendendo mais de 12 mil exemplares nas sete primeiras edições (entre 1844 e 1847), 8,5 mil em mais três edições na década seguinte e mais 2,5 mil em uma edição de 1860, após o lançamento de *A origem das espécies*. É como se Chambers tivesse descoberto o famoso dito popular “façam mal, mas façam de mim”. A transmutação das espécies e a ideia de um mundo em transformação tornaram-se assunto de rodas de conversa de operários, profissionais liberais e integrantes da elite intelectual britânica. Anonimamente, Chambers inseriu o evolucionismo na agenda.

Para compreendermos o impacto de *Vestígios*, basta verificar que o livro foi explicitamente citado por Darwin na introdução de *A origem das espécies*, onde ele afirma que a obra não oferece explicação de como o processo de transformação dos seres vivos ocorre e, além disso, ignora a origem das adaptações. Ainda no meio acadêmico, o geólogo Adam Sedgwick (1785-1873), mentor de Darwin na Universidade de Cambridge e depois grande opositor da evolução das espécies, atacou ferozmente o livro de Chambers, taxando-o como falsa filosofia e acentuando sua natureza blasfêmica. Obviamente, as críticas de Darwin eram de teor bastante distinto das de Sedgwick. Na verdade, Robert Chambers não negava a importância de um deus em seu livro, mas este era visto como a causa inicial ou o grande arquiteto. A concepção de um deus intercedendo na origem do universo, na criação do ser humano e em seu destino, como no pensamento judaico-cristão, era apontada como desnecessária e deselegante. Chambers era, portanto, um deísta, embora tenha sido caracterizado como ateu por seus detratores. O ateísmo, mesmo hoje, tem uma conotação bastante negativa para o público.

Transmutação das espécies

No século 19, a transmutação das espécies era um conceito não discutido seriamente no meio acadêmico britânico por duas razões principais.

A primeira deve-se à influência, sobre a história natural britânica, da noção de que a perfeição no desenho dos seres vivos, evidenciada pelas adaptações, era uma prova da existência de um criador. Tal tradição, a teologia natural, existia desde o século 17, com as obras dos naturalistas John Ray (1627-1705) e William Derham (1657-1735), que interpretavam os organismos de forma teleológica, ou seja, suas diversas partes existem por um motivo, uma finalidade: a perfeita interação entre elas e com o ambiente. Portanto, essa causa final demonstraria a existência de um projetista: Deus.

O argumento é nitidamente sintetizado pela analogia do relojoeiro, encontrada no livro *Teologia natural*, lançado em 1802 por William Paley (1743-1805). Nessa analogia, Paley argumenta que, ao encontrar um relógio abandonado no campo, assumimos que tal instrumento foi necessariamente projetado. Da mesma forma, ao observar atentamente os seres vivos, inferimos a existência de um criador. Esse exemplo motivou o biólogo inglês Richard Dawkins a intitular seu famoso livro de divulgação científica sobre a seleção natural de *O relojoeiro cego*.

A segunda razão está no teor revolucionário que o conceito de evolução das espécies tinha. Os pensadores que admitiam a origem e a transformação dos seres vivos por causas não sobrenaturais eram, em sua maioria, franceses. Muitos foram iluministas materialistas, como Benoit de Maillet (1656-1738) e Pierre Maupertius (1698-1759), cujas ideias influenciaram Lamarck e Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844) – esses dois últimos acreditavam que o ambiente guiava diretamente a modificação das espécies no tempo. O conceito geral de transformação do mundo natural era, de certa forma, uma afronta à situação social da época, que favorecia claramente a elite. Para piorar as coisas, os ecos da Revolução Francesa ainda eram escutados em toda a Europa. Dessa forma, o evolucionismo tinha uma conotação de radicalização social, de quebra da ordem ‘natural’ da sociedade.

Foi nesse cenário de aversão que o livro de Chambers foi lançado e, por isso, sua autoria foi mantida em segredo até a morte do autor, em 1871. Chambers tinha uma posição social e temia que seus negócios fossem prejudicados com a rejeição ao livro. Embora criticado por Darwin por não apresentar uma explicação para a mudança das espécies, a obra traz

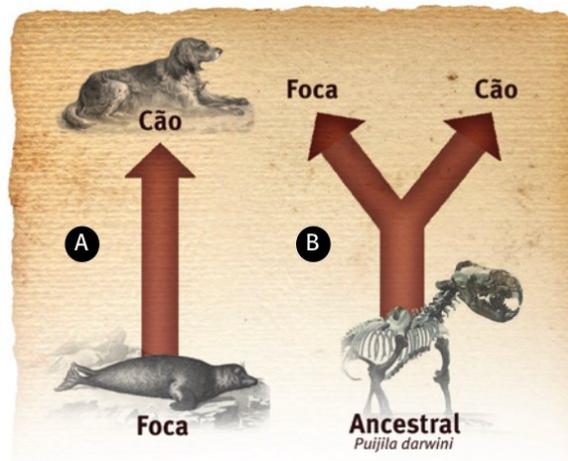
de fato uma teoria geral de modificação do mundo natural e Chambers reconhece diversas linhas de transformação de organismos aquáticos para terrestres, como a relação entre focas e cães. Entretanto, o processo evolutivo proposto no livro é linear e teleológico, assumindo claramente uma escala evolutiva. É como se a história da vida fosse o desdobramento da obra de Deus, que visaria alcançar seres ditos superiores.

A influência de *Vestígios*

Além de introduzir o evolucionismo ao grande público, *Vestígios* influenciou alguns naturalistas famosos. O principal foi o próprio Alfred Wallace. Nos anos 40 do século 19, o jovem Wallace correspondia-se com o também jovem entomologista Henry Bates (1825-1892). As ideias transmutacionistas do livro eram avidamente discutidas. Em 1848, os dois iniciariam uma viagem exploratória à Amazônia que lhes renderia fama e respeito no círculo científico britânico. Anos depois, Wallace partiria sozinho para explorar o arquipélago malaio. Ao contrário de Darwin, ele tinha o intuito claro de demonstrar a mutabilidade das espécies ainda em campo, tanto que esse tema está subentendido em vários de seus artigos, como o que analisa a distribuição dos primatas na região amazônica.

A publicação de *Vestígios* preparou a sociedade britânica para o recebimento do darwinismo. Foi sugerido, inclusive, que parte da relutância de Darwin em publicar *A origem* deveu-se às críticas do meio científico ao livro de Chambers. Darwin percebeu que não teria uma segunda chance: se seu livro não fosse meticulosamente escrito, com evidências fortes para cada uma de suas hipóteses, ele arriscaria perigosamente a sua reputação e possivelmente seria desacreditado no meio acadêmico pelo resto de sua vida. Ele tinha apenas um tiro e este deveria acertar o alvo. Enquanto isso, *Vestígios* continuava a ser um sucesso editorial. No início de 1858, quando Wallace redigia sua famosa carta na ilha de Ternate, na Indonésia, a obra de Chambers já chegara a sua 10ª edição e estava próxima de se esgotar.

Foi em uma Inglaterra tumultuada pelas críticas à ideia de transmutação que Darwin recebeu, em 18 de junho de 1858, a carta em que Wallace descrevia o mecanismo da seleção natural. Isso o forçou a enfrentar um dilema. Se sua obra não fosse exposta publicamente, ele perderia a prioridade pela descoberta. Embora soubesse que ainda não tinha o texto conforme concebera inicialmente, ele aceitou que o rascunho lido por Hooker em 1844 e uma carta



Processos de transmutação das espécies: o processo linear e finalista (A), como defendeu Chambers em seu livro; e a concepção darwiniana de ancestralidade comum (B)

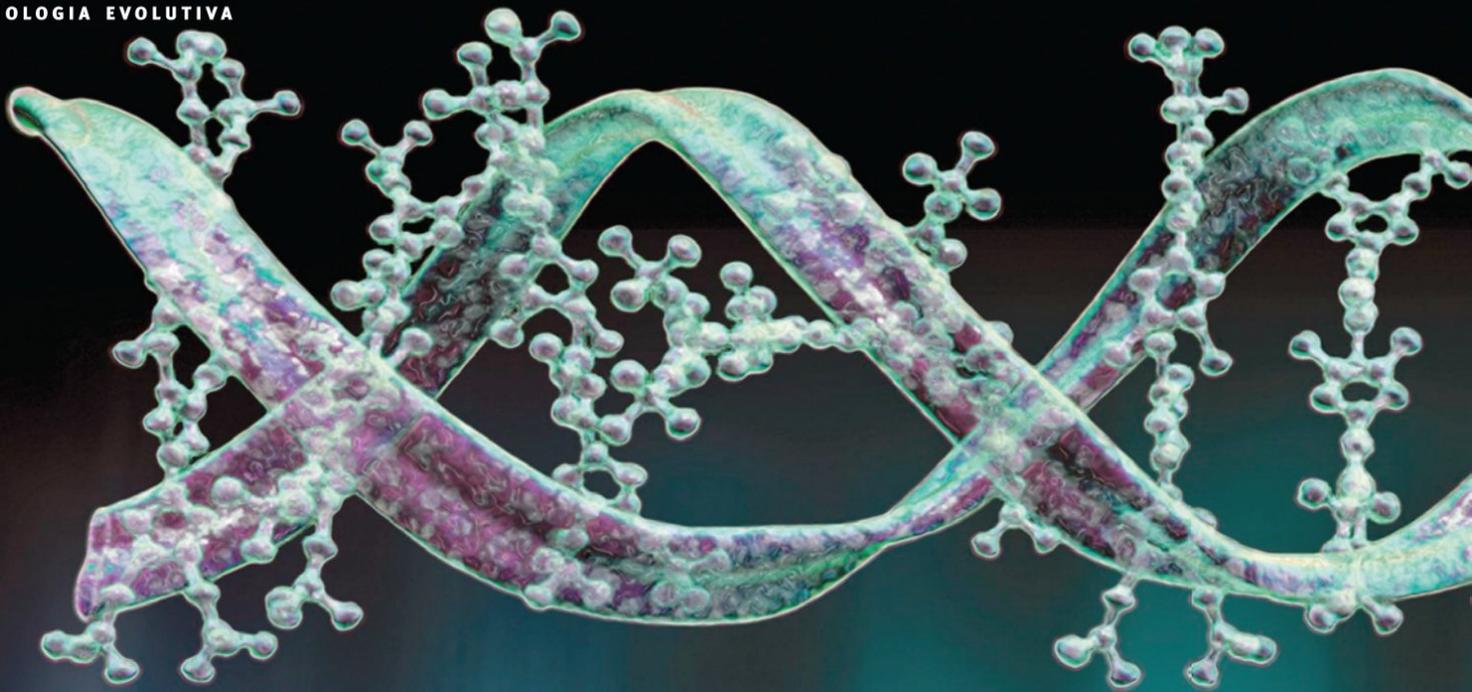
enviada ao botânico norte-americano Asa Gray (1810-1888) em 1857 – que continham, em linhas gerais, o conceito de seleção natural – fossem lidas em uma reunião da Sociedade Linneana em 1º de julho de 1858, junto com o manuscrito de Wallace. Definitivamente, não era dessa forma que Darwin desejava que suas ideias fossem tornadas públicas. O rascunho lido era tão preliminar que Darwin pediu que a audiência fosse alertada que o mesmo não era destinado à publicação e, portanto, não fora escrito com cuidado.

Darwin dedicou os meses seguintes ao término de sua obra, *A origem das espécies*. Quando esta foi publicada, a transmutação das espécies não era mais uma novidade para o meio acadêmico britânico, sequer para o público leigo. Chambers havia anonimamente se incumbido dessa tarefa. Entretanto, o tema ainda não era considerado seriamente pelos biólogos, pois não havia um mecanismo objetivo que explicasse a diferenciação das espécies. Darwin preencheu esse vazio. O mecanismo foi tão bem descrito e tão detalhadamente exemplificado em seu livro que não restaram dúvidas sobre a necessidade de reformulação da história natural. Cientistas reticentes abraçaram imediatamente o evolucionismo. O público leigo tinha agora em mãos um livro escrito por um naturalista internacionalmente reconhecido, e não uma obra anônima. Após a publicação de *A origem*, *Vestígios* ainda ganharia duas edições, uma em 1860 e outra póstuma, em 1884. Na última, o nome do autor, já falecido, foi finalmente revelado.

O filósofo Immanuel Kant (1724-1804), em sua *Crítica do julgamento*, de 1790, afirmou que nunca existiria um segundo Isaac Newton (1643-1727), alguém capaz de fazer inteligível a produção de uma simples folha de grama segundo leis naturais, sem a participação de algum tipo de “desígnio”. Kant estava errado. A revolução darwiniana mostrou que pode existir ordem na natureza viva sem a necessidade de um plano maior. Curiosamente, o ‘segundo Newton’ nasceria apenas 19 anos após a afirmação de Kant, em 12 de fevereiro de 1809. ■

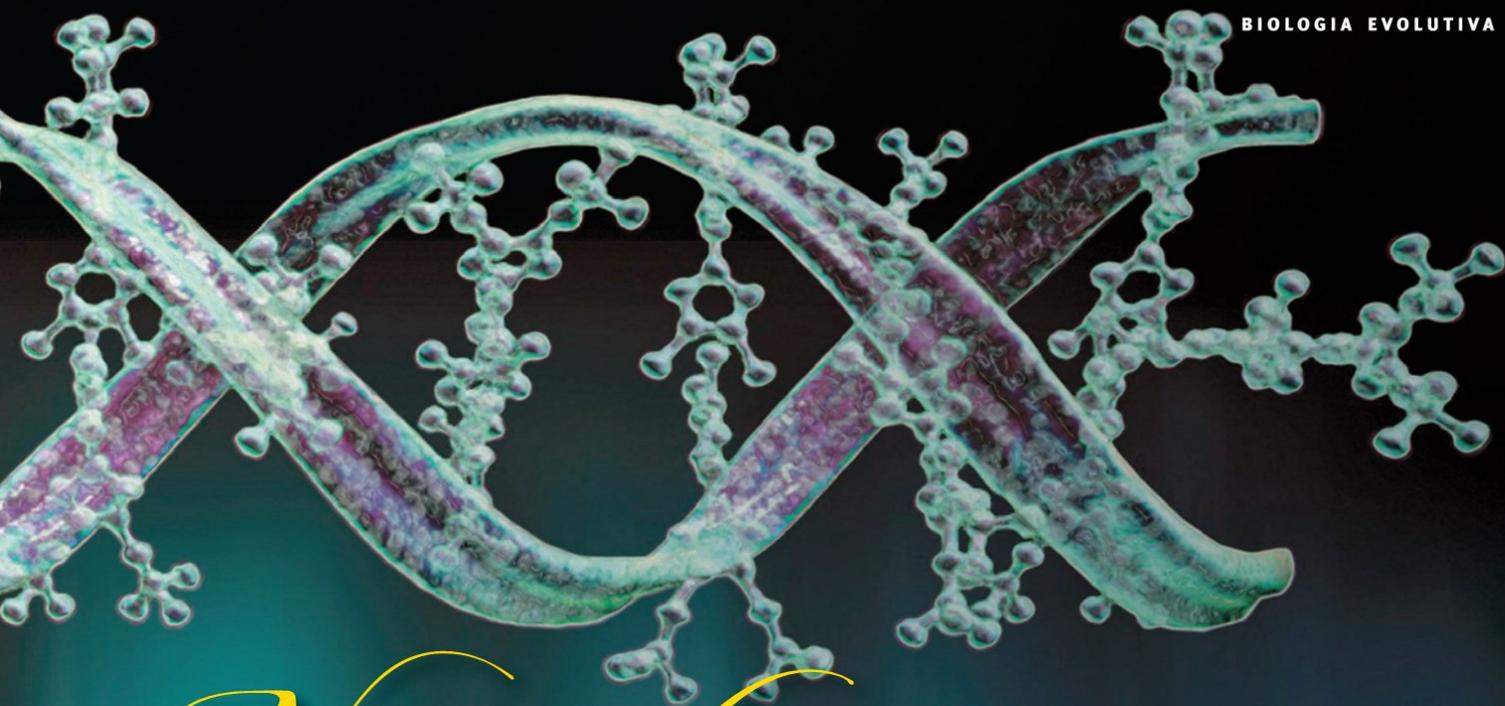
Sugestões para leitura

- CHAMBERS, R. *Vestiges of the natural history of creation and other evolutionary writings*. Chicago, The University of Chicago Press, 1994.
- BOWLER, P. J. *Evolution: the history of an idea*. Berkeley/Los Angeles, University of California Press, 2003.
- Na internet
‘Darwin On-line’, Universidade de Cambridge (em inglês): <http://darwin-online.org.uk>



A teoria da evolução, segundo a qual todos os seres vivos tiveram um ancestral comum em algum momento no passado e continuam se modificando, está fazendo 150 anos. Como integrante da diversidade mundial, a espécie humana também está sujeita a esse processo de modificação ao longo do tempo. Isso significa que pode surgir na Terra outra espécie humana? As condições para que isso ocorra estão presente no mundo atual? Quanto tempo seria necessário para o Homo sapiens sofrer especiação? Essas são algumas perguntas cujas respostas são discutidas neste artigo.

Claudia Augusta de Moraes Russo
e **Carolina Moreira Voloch**
*Departamento de Genética, Instituto de Biologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro*



Nosso lugar na diversidade biológica

Há 150 anos, Charles Darwin, com admirável clareza, propôs, no livro *A origem das espécies*, que os seres vivos evoluíam por um processo que ele chamou de seleção natural. Essa proposta do naturalista inglês representou mais que um simples acréscimo ao conhecimento científico da época: foi uma mudança de paradigma para toda a sociedade. Antes da publicação desse revolucionário livro, os naturalistas e o público em geral compartilhavam a ideia de que as espécies de plantas e animais eram imutáveis, organismos criados para se adequar perfeitamente ao hábitat de cada um. A teoria evolutiva, aceita por boa parte dos naturalistas a partir de então, afirmava que todas as espécies evoluíram a partir de um ancestral comum, tendo a seleção natural como força motriz desse processo de mudança. ▶

JEAN-FRANÇOIS POUDVIN/SCIENCE PHOTO LIBRARY/ISPL DC/LATINSTOCK

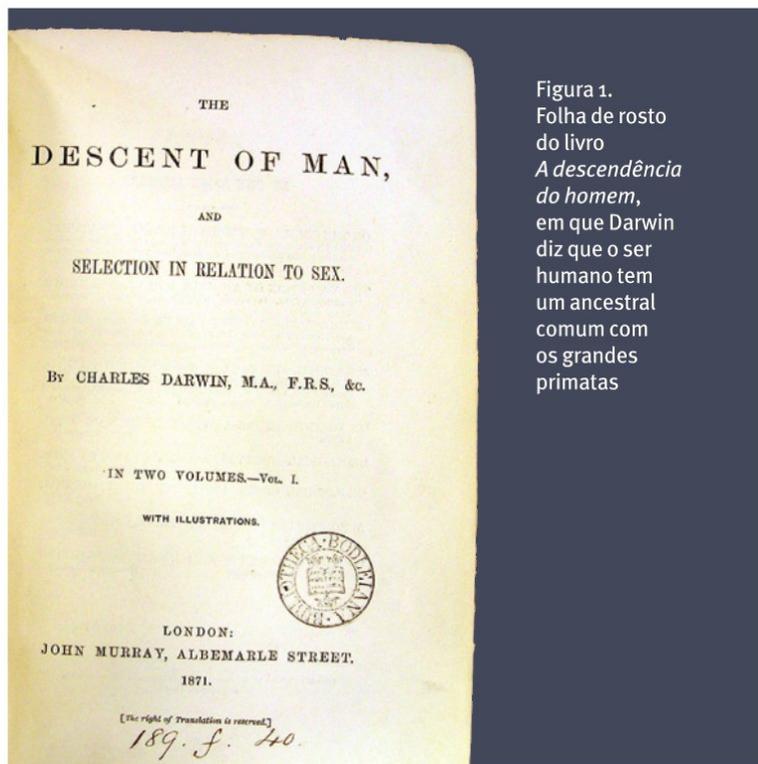


Figura 1.
Folha de rosto
do livro
*A descendência
do homem*,
em que Darwin
diz que o ser
humano tem
um ancestral
comum com
os grandes
primatas

Naturalmente, as implicações religiosas da teoria da evolução dificultaram sua aceitação, pois essa teoria tornava desnecessária a existência de uma divindade criadora de toda a diversidade, fornecendo um processo natural para explicá-la. Por essa razão, setores religiosos combatem ainda hoje as ideias de Darwin, apesar das evidências científicas acumuladas desde que foram apresentadas.

Anos mais tarde, em 1871, Darwin publicou um segundo livro que chocaria mais uma vez a sociedade da época. Em *A descendência do homem* (*The descent of man*) (figura 1), ele mostrou, com base em evidências cuidadosamente selecionadas, que o ser humano está inserido nesse processo evolutivo e também descende de um ancestral comum a outros primatas, aos mamíferos etc. Essa e outras obras da época puseram o ser humano no mesmo patamar das demais espécies, tirando-o da posição 'superior' em que até então era colocado. Darwin deixou claro que nossa espécie é apenas mais uma entre todas as que já habitaram nosso planeta desde o início da vida como a conhecemos, há cerca de 3 bilhões de anos. A teoria da evolução, a partir daquele momento, passava a abranger especificamente a linhagem humana, inserindo-a em um processo em grande parte guiado pela seleção natural.

O impacto desse segundo livro também foi grande, rendendo críticas e criando polêmica. Sua importância para o conhecimento humano é tão grande que o fundador da psicanálise, Sigmund Freud (1856-1939), afirmou que as teorias de Copér-

nico, ao retirar a Terra do centro do universo, e de Darwin, ao negar que o ser humano seja fruto de uma criação especial, foram dois grandes golpes no 'narcisismo' da humanidade.

Evolução em andamento

Por razões óbvias, o termo evolução nos faz pensar no que ocorreu no passado, como se esse processo já estivesse concluído. Essa, no entanto, é uma visão inocente, ligada de certa forma à ideia equivocada de que a espécie humana seria o produto final das mudanças evolutivas. O processo, na verdade, está em andamento e continuará atuando enquanto existir diversidade biológica, o que inclui os seres humanos.

A evolução por seleção natural é uma propriedade da vida como a conhecemos, e as chaves para explicar a diversidade em nosso planeta estão em dois processos: a mutação e a especiação.

A mutação é o processo gerador de toda a diversidade genética nos seres vivos. Para explicá-lo, vamos considerar um conjunto de indivíduos que chamaremos de população. A mutação ocorre em apenas um indivíduo da população e pode ter como consequência a alteração de uma característica bioquímica, física ou comportamental desse indivíduo. Essa mutação será transmitida, por meio da reprodução sexuada, aos descendentes desse primeiro indivíduo mutante. Assim, dependendo da vantagem que a mutação proporcionar ao indivíduo portador, em relação às suas condições de vida e à competição com outros indivíduos e espécies, a probabilidade de sobrevivência e reprodução do mutante pode aumentar (ou diminuir), o que levará ao aumento (ou redução) do número de indivíduos portadores dessa alteração genética na população a cada geração. Caso esse número siga aumentando, no futuro todos os indivíduos poderão ser portadores da mutação, determinando a sua fixação na população.

Por outro lado, se a transmissão de genes for interrompida por uma barreira geográfica, a população será dividida em duas, e esses grupos isolados começarão a se diferenciar, evoluindo como unidades independentes (figura 2). Nesse caso, mutações que surgirem em um dos grupos não serão passadas aos descendentes do outro, e vice-versa. Aos poucos, cada grupo acumulará tantas mutações (diferentes das do outro grupo) que os indivíduos de um perderão a capacidade de cruzamento com os do outro, tornando-se, portanto, espécies distintas. Esse é o processo de especiação: a formação de duas espécies descendentes a partir de uma espécie.

A especiação é o alicerce da teoria evolutiva que

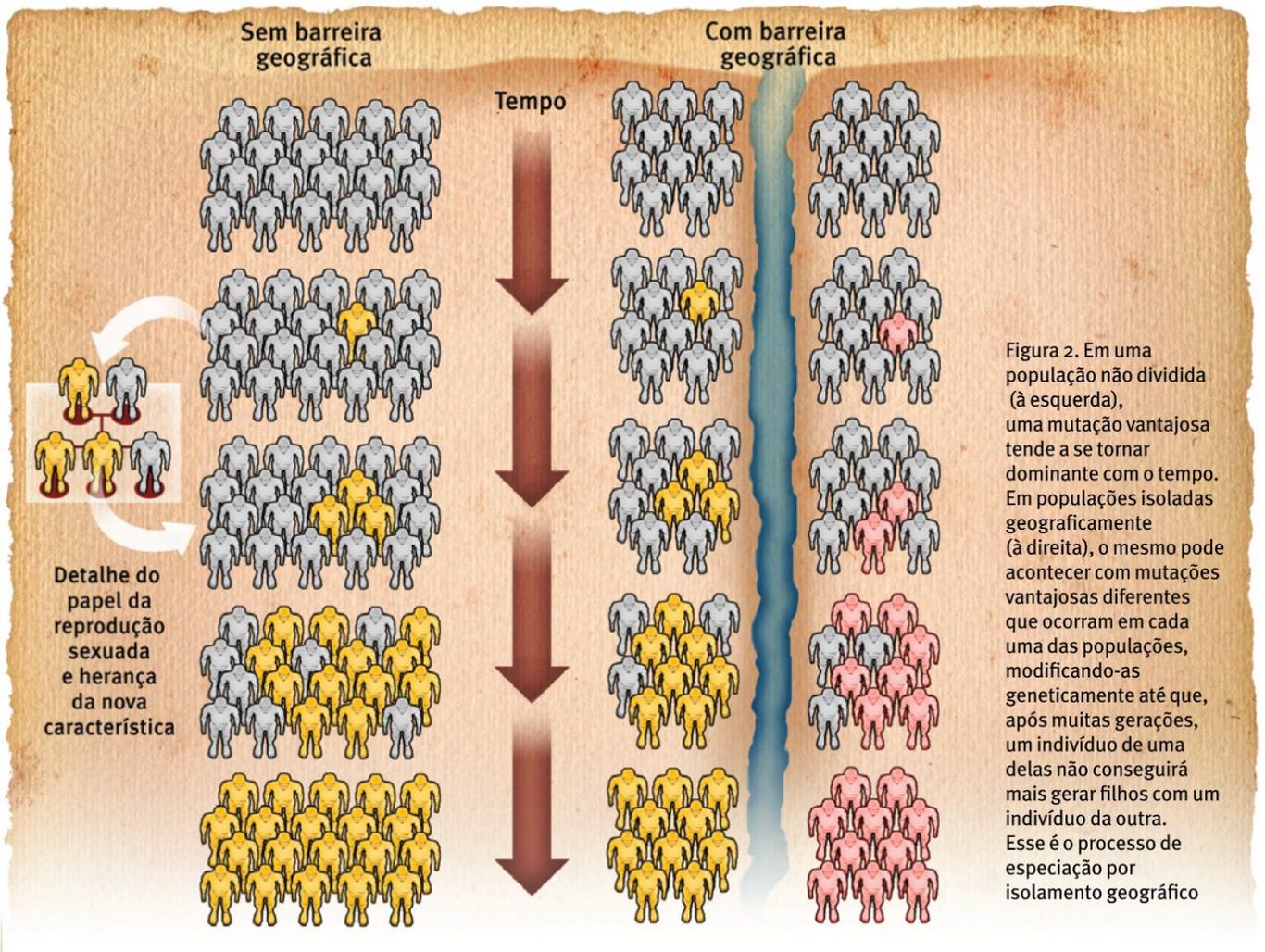


Figura 2. Em uma população não dividida (à esquerda), uma mutação vantajosa tende a se tornar dominante com o tempo. Em populações isoladas geograficamente (à direita), o mesmo pode acontecer com mutações vantajosas diferentes que ocorram em cada uma das populações, modificando-as geneticamente até que, após muitas gerações, um indivíduo de uma delas não conseguirá mais gerar filhos com um indivíduo da outra. Esse é o processo de especiação por isolamento geográfico

já estava claro para Darwin: toda a diversidade existente hoje compartilha um ancestral comum, incluindo humanos, bactérias, insetos, plantas e fungos. Com base nisso, podemos deduzir que a diferença entre duas espécies está relacionada ao tempo de divergência entre elas: quanto mais antigo for o último ancestral comum, mais diferentes são as espécies descendentes. Entre humanos e bactérias, por exemplo, a espécie ancestral comum viveu há bilhões de anos. Essa espécie já tinha material genético formado por DNA, e por isso humanos, bactérias e toda a diversidade do planeta compartilham esse material. Mas também compartilhamos, com os chimpanzés, um ancestral comum que viveu há pouco mais de seis milhões de anos. Por isso, temos muito mais características em comum com chimpanzés do que com bactérias: além do DNA, células com núcleo, coluna vertebral, quatro membros, dentes, temperatura corporal constante, glândulas mamárias, pelos e outras.

Segundo a lógica darwiniana, os eventos de especiação são naturais e frequentes em todas as espécies, e somos uma espécie em plena expansão populacional. Nesse caso, também podemos sofrer especiação? Será que existe essa possibilidade?

Diferentes formas de especiação

Estudos com fósseis e análises de biologia comparada indicam que eventos de especiação exigem muitos milhares de anos de isolamento geográfico para acontecer. Isso significa que, para surgir uma nova espécie humana, alguma população teria de ficar isolada geograficamente do restante da população mundial por milhares de anos, o que permitiria um acúmulo de mutações suficiente para a incompatibilidade reprodutiva. Hoje, no entanto, ▶

com as facilidades de deslocamento para qualquer região do mundo e as frequentes migrações, esse isolamento fica cada vez mais improvável.

Mas a especiação pode ocorrer de modo mais rápido? Na verdade, sim. Cientistas já constataram alguns casos em que a nova espécie surgiu em pouco tempo. Pode ser citada como exemplo a espécie *Nereis acuminata* (figura 3). Um grupo pequeno desses poliquetos, parentes das minhocas, foi coletado em 1964 em uma praia da Califórnia e mantido em laboratório por muito tempo. Nenhum outro indivíduo foi trazido para o aquário do laboratório, nem qualquer verme do laboratório foi solto na praia durante cerca de 30 anos. Após esse tempo, foram realizadas tentativas de cruzamento de indivíduos da população do ambiente natural com aqueles mantidos no laboratório, mas eles não geraram filhotes viáveis, indicando que já estavam isolados reprodutivamente.

Esse é um exemplo de especiação em apenas 30 anos! Isso permite especular: se existissem populações humanas isoladas das outras por esse tempo, elas poderiam se tornar novas espécies? Provavelmente, não. Isso porque em 30 anos apenas uma geração de humanos transcorre, enquanto para os poliquetos esse período permite a passagem de quase 30 gerações. Para que o mesmo número de gerações ocorresse em um grupo humano, seriam necessários 900 anos, considerando um tempo médio de geração (do nascimento à reprodução) de 30 anos para a nossa espécie. É bastante improvável que uma população humana permaneça isolada, sem qualquer contato, por todo esse tempo.

Nos últimos tempos, as barreiras geográficas entre as populações humanas têm sido cada vez mais reduzidas. Portanto, diminuiu também a probabilidade de sofrermos especiação. Entretanto, existe outro tipo de especiação que não depende de isolamento geográfico. Essa forma, chamada de especiação simpátrica, é mais rara, mas há alguns exemplos bem estudados. Um deles é o da mosca norte-

americana *Ragoletis pomonella* (figura 4), parasita que deposita seus ovos em frutos, que serão devorados pelas larvas quando estas eclodirem.

Hoje, algumas moscas dessa espécie depositam seus ovos nos frutos da árvore *hawthorne* (gênero *Crataegus*), outras em macieiras (*Malus domestica*) e outras em cerejeiras (gênero *Prunus*). Nesses casos existe uma preferência determinada geneticamente, pois os descendentes de moscas que preferem macieiras também preferem essa mesma frutífera. As macieiras, porém, só chegaram à América do Norte no século 19, trazidas da Europa. Então, como a preferência para macieiras foi desenvolvida?

A explicação mais plausível é que a preferência pelos diferentes tipos de frutos já existia antes da chegada das macieiras, mas só foi expressa depois que o ambiente mudou com a chegada das novas árvores. Portanto, antes da chegada das macieiras a preferência por essa frutífera já ocorria em algumas moscas, mas como essas árvores não existiam no Novo Mundo, essa preferência não levava ao cruzamento preferencial. Isso porque moscas que preferem macieiras tendem a cruzar com outras que também preferem macieiras – estudos mostraram que os cruzamentos entre os diferentes tipos representam apenas 6% do total. Pesquisas moleculares, por sua vez, constataram que já existe diferenciação genética entre os três tipos de moscas da espécie, sugerindo um processo incompleto de especiação, sem a necessidade de isolamento geográfico.

Uma nova espécie humana?

Em humanos, seria possível ocorrer esse tipo de especiação sem isolamento geográfico? Isso teria algo a ver com os grupos étnicos humanos (as antigas ‘raças’)? Certamente, não. A cor da pele não é uma característica que define isolamento reprodutivo, nem a cor de olhos, nem qualquer característica aparente. Duas pessoas com cores de pele diferentes – ou com quaisquer outras diferenças aparentes – podem reproduzir-se normalmente.

Embora seja improvável que o isolamento geográfico leve ao surgimento de uma nova espécie humana, outro tipo de isolamento deve ser considerado. Esse isolamento reprodutivo é invisível aos nossos olhos, mas sabemos que, se ele não existisse, as clínicas de reprodução assistida, presentes hoje em quase todo o mundo, não seriam necessárias. Essas clínicas têm muitos clientes, entre outros motivos, porque 10% a 20% dos casais são incompatíveis reprodutivamente, de acordo com algumas estimativas. Isso não significa que



Figura 3. O poliqueto (parente das minhocas) *Nereis acuminata* é um exemplo de especiação rápida por isolamento geográfico: alguns exemplares coletados em uma praia dos Estados Unidos foram mantidos isolados em laboratório por cerca de 30 anos, e após esse tempo os descendentes desses indivíduos não conseguiram se reproduzir com indivíduos da população natural

Sugestões
para leitura

- LEAKEY, R. & LEWIN, R. *Origins reconsidered*. Nova York, Doubleday, 1992.
- PENA, S. D. J. (Org). *Homo brasilis*. Ribeirão Preto, Funpec, 2002.
- BARTON, N. H.; BRIGGS, D. E. G.; EISEN, J. A.; GOLDSTEIN, D. B. & PATEL, N. H. *Evolution*. Nova York, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2007.
- FUTUYAMA, D. J. *Biologia evolutiva*. Ribeirão Preto, Editora Sociedade Brasileira de Genética, 1993.
- RIDLEY, M. *Evolução*. Porto Alegre, Artmed, 2006



Figura 4. A mosca *Rhagoletis pomonella*, dos Estados Unidos, também apresenta evidências de possível especiação simpátrica (sem isolamento geográfico): as moscas originais punham os ovos em frutas nativas (nas quais as larvas cresciam), mas hoje há populações que preferem pôr ovos em maçãs, embora as macieiras só tenham chegado ao país no século 19, e esses indivíduos também procuram parceiros para reprodução com a mesma preferência por maçãs, o que poderá gerar uma espécie diferente da mosca original

qualquer dos parceiros seja estéril, e sim que um deles não consegue se reproduzir especificamente com o outro, mas poderia gerar filhos naturalmente com outras pessoas.

Para ilustrar melhor essa possibilidade, podemos supor que exista uma mutação que torne os gametas dos seus portadores imunologicamente incompatíveis apenas com os gametas de indivíduos não portadores dessa mutação, e que sejam poucos os homens e mulheres portadores dessa anormalidade. Assim, esses homens e mulheres seriam incompatíveis reprodutivamente com a grande maioria da população mundial, mas seriam compatíveis entre si. Mais do que isso, eles dariam origem a descendentes com o mesmo padrão e com as mesmas restrições de cruzamento.

Portanto, a base do isolamento reprodutivo certamente existe entre os 6 bilhões de indivíduos da espécie humana, mas como os portadores de uma mutação assim achariam uns aos outros? Em algum momento no futuro será possível saber o genoma de cada bebê nascido e, se soubermos a função de cada

variação desse genoma, os parceiros compatíveis apenas entre eles poderiam localizar uns aos outros em uma base de dados genéticos e gerar, se assim o desejassem, uma nova linhagem humana. A princípio, essa variante seria geneticamente muito semelhante à espécie humana atual, mas com muito tempo de separação as duas linhagens começariam a divergir.

Como lidaríamos com o surgimento de uma nova espécie humana? Será que os humanos diferentes seriam alvo de preconceitos? A convivência de duas espécies humanas não seria inédita. Os neandertais (*Homo neanderthalensis*) desapareceram há apenas 30 mil anos e os homens-de-flores (*Homo floresiensis*, da ilha de Flores, na Indonésia, recentemente declarados como mais uma espécie humana extinta por uma equipe de cientistas) também desapareceram há meros 12 mil anos, quando o homem moderno (*Homo sapiens*) já existia.

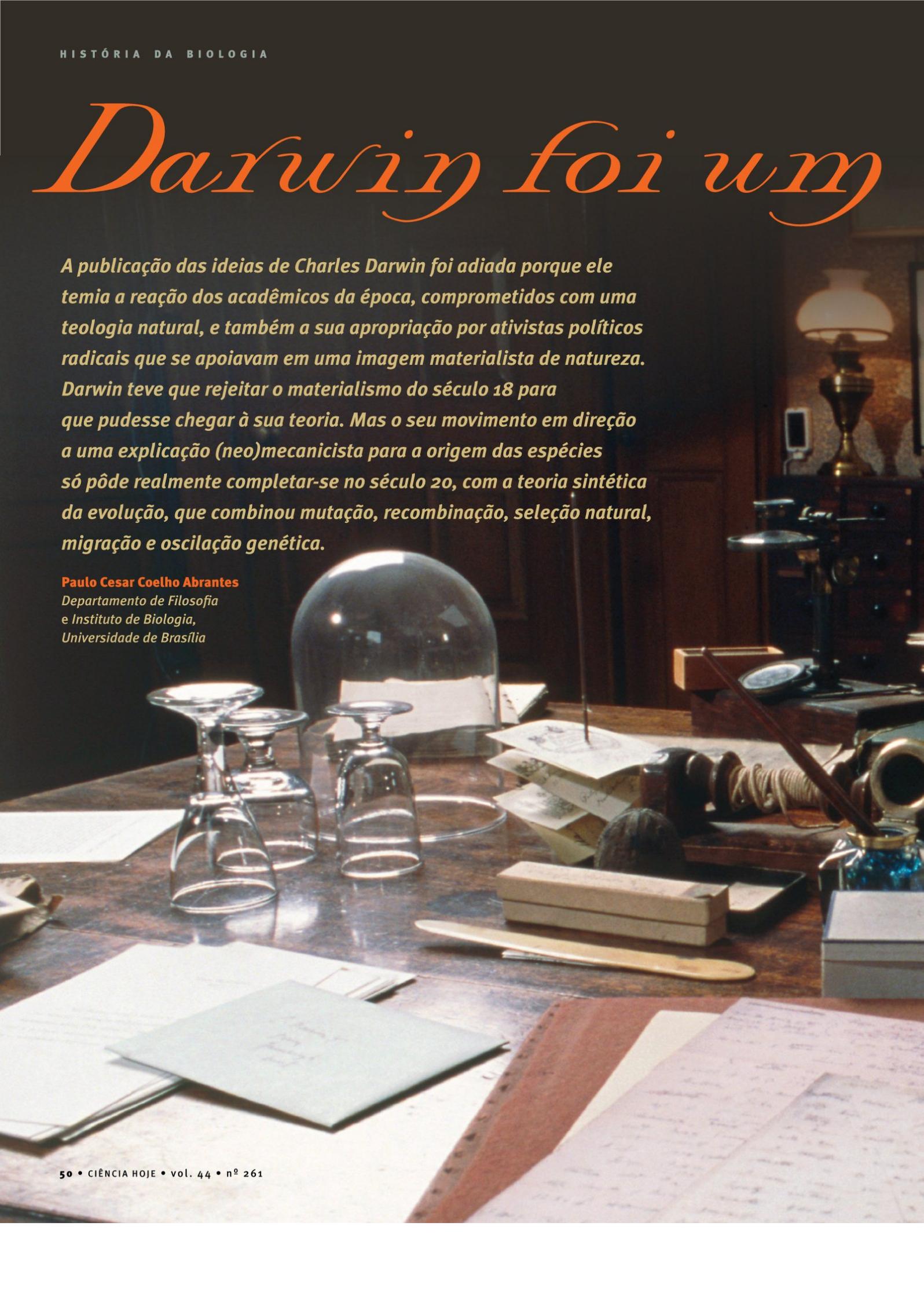
Como seria a nossa vida com outra espécie de humanos habitando o planeta? Talvez um dia saibamos. ■

Darwin foi um

A publicação das ideias de Charles Darwin foi adiada porque ele temia a reação dos acadêmicos da época, comprometidos com uma teologia natural, e também a sua apropriação por ativistas políticos radicais que se apoiavam em uma imagem materialista de natureza. Darwin teve que rejeitar o materialismo do século 18 para que pudesse chegar à sua teoria. Mas o seu movimento em direção a uma explicação (neo)mecanicista para a origem das espécies só pôde realmente completar-se no século 20, com a teoria sintética da evolução, que combinou mutação, recombinação, seleção natural, migração e oscilação genética.

Paulo Cesar Coelho Abrantes

*Departamento de Filosofia
e Instituto de Biologia,
Universidade de Brasília*



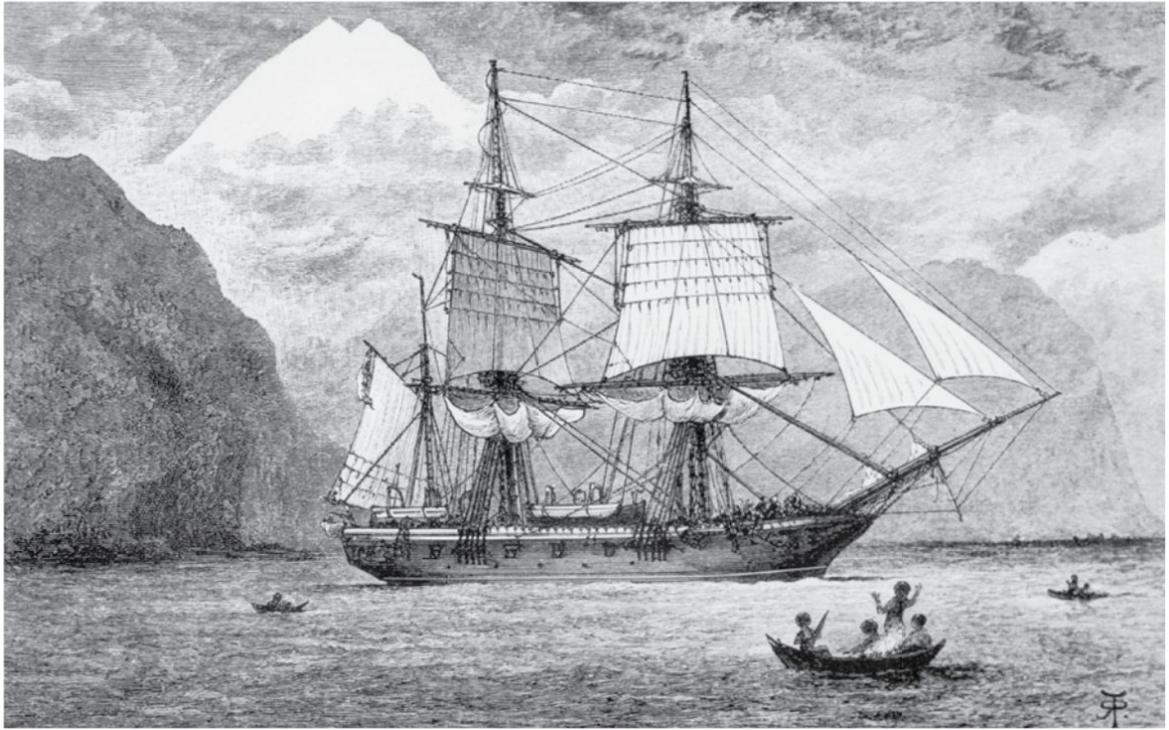
materialista?

Vou defender que a resposta à questão do título é negativa e que isso explica, em parte, por que o naturalista Charles Darwin (1809-1882) demorou muitos anos para tornar públicas suas ideias sobre a transmutação das espécies (o termo 'evolução' não era empregado à época, nesse contexto). Darwin só o fez em 1858, após ter recebido uma carta de Alfred Wallace (1823-1913) em que este expunha, na essência, as mesmas ideias. Em 1844, ele já havia articulado sua teoria em um manuscrito de 231 páginas e instruído a mulher, Emma, para que o publicasse em caso de morte. Nesse mesmo ano confidenciou, em carta ao botânico e amigo próximo Joseph Hooker (1817-1911), seus pensamentos sobre a mutabilidade das espécies – "...é como confessar um assassinato".

VOLKER STEGER/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPL/DC/LAINSTOCK

Mesa de trabalho de Charles Darwin na Down House, (hoje museu) onde o naturalista escreveu o livro *A origem das espécies*, em que apresenta a teoria da evolução pela seleção natural

No navio *Beagle*, um brigue de 27,5 m de comprimento, Darwin deu a volta ao mundo, realizando suas observações e pesquisas, durante quase cinco anos, entre dezembro de 1831 e outubro de 1836, em diferentes regiões



ALBUM / AKG-IMAGES / AKG-IMAGES / LANTIS/STOCK

A sua relutância em publicar pode também ser explicada pelo seu compromisso com uma imagem de ciência. Aqui, eu gostaria de explorar outra explicação: Darwin não queria que suas ideias fossem associadas às dos materialistas de sua época. Para isso, é preciso esclarecer o sentido do termo ‘materialismo’, relevante para esta discussão, no contexto daquele período.

A imagem mecanicista de natureza que prevalecia no século 17 apontava para uma ordem natural imutável, produto de criação divina. A matéria era considerada essencialmente passiva e toda atividade era atribuída a Deus. A ‘história natural’ (o termo ‘biologia’ foi cunhado muito depois) estava, com frequência, a serviço de uma ‘teologia natural’: o naturalista (aquele que se dedicava à história natural) teria por objetivo último glorificar o Criador por meio do conhecimento de sua obra.

Na avaliação de cientistas e filósofos do século seguinte, o mecanicismo fracassara sobretudo por não oferecer explicações aceitáveis para os fenômenos ligados à vida (nos moldes das explicações propostas pelos cartesianos). Essa avaliação negativa abriu caminho para a afirmação de uma nova imagem de natureza, uma imagem ‘materialista’, que reviu a dicotomia passividade/atividade. A matéria passou a ser ativa, uma propriedade que, na tradição cristã, era considerada um atributo exclusivo do espírito.

Esse novo imaginário do século 18 – representado de modo exemplar nos escritos de filósofos iluministas como o francês Denis Diderot (1713-1784) – passa a conceber a natureza como autossuficiente, não re-

querendo intervenções externas para produzir os fenômenos, inclusive aqueles associados à vida e à mente. Sua ênfase não está mais em uma ‘ordem’ natural imposta na criação divina, mas sim no ‘poder’, considerado praticamente ilimitado, de uma natureza plena de atividade. O historiador Thomas L. Hankins, em 1985, traduziu essa imagem de modo sugestivo: “Os filósofos materialistas do século 18 (...) distribuíram a alma através da matéria de modo a verem-se livres dela”.

Tipicamente, Diderot perguntou-se em 1753: “O mundo não seria um grande animal dotado de uma alma? Esse mundo não seria Deus?”. Não só as propriedades ligadas ao espírito são atribuídas à matéria, mas também propriedades associadas à vida, como a então chamada ‘sensibilidade’, como afirmou Diderot (citado por Hankins): “O animal é o laboratório no qual a sensibilidade, começando a partir de seu estado inerte, torna-se ativa”.

Teses desse tipo são expressas não só por filósofos, mas também por naturalistas como George-Louis Léclerc, o conde de Buffon (1707-1788). Ele via a natureza como um poder que “envolve tudo e anima tudo (...), um trabalhador constantemente ativo, capaz de fazer uso de tudo”. Buffon concebeu uma genuína ‘história da natureza’, na qual não temos mais uma ordem fixa e inteiramente determinada desde a Criação. Isso mudou o caráter da história natural e possibilitou o questionamento da crença na imutabilidade das espécies.

Também era típico dos materialistas abordarem a

questão da origem da vida. Esta, segundo eles, se originaria por geração espontânea com base em poderes ativos presentes na própria matéria inorgânica.

O século 18 foi palco da proliferação de substâncias ativas, de meios sutis que receberam denominações como 'fogo', 'substância solar', 'flogístico', 'luz', ou mesmo 'eletricidade', refletindo a tendência materialista a reintroduzir atividade na natureza passiva legada pelo mecanicismo seiscentista. A concepção de um Deus voluntarista foi rejeitada e, com ela, a dualidade entre matéria (passiva) e espírito (ativo). Com o materialismo, a matéria, em sua essência, passou a constituir-se de forças e poderes.

O químico e teólogo britânico Joseph Priestley (1733-1804) herdou essa imagem de natureza. Ele foi próximo do avô paterno de Charles Darwin, o médico e naturalista Erasmus (1731-1802), que cortejou ideias materialistas e desenvolveu uma teoria da transmutação das espécies. Juntamente com o avô materno de Charles, Josiah Wedgwood (1730-1795), eles participavam da Lunar Society, associação que promovia encontros da elite industrial de Birmingham. Priestley pregava um monismo materialista e um determinismo que não deixava espaço para intervenções sobrenaturais. As espécies biológicas, e mesmo a mente humana, teriam surgido pela ação de causas exclusivamente físicas.

Estudos em Edimburgo

Além das influências familiares, a experiência que Darwin teve em Edimburgo, onde chegou aos 17 anos para estudar medicina, foi marcante para as suas futuras escolhas, tanto científicas quanto políticas. Seu tutor, Robert Grant (1793-1874), médico que passara a se dedicar a pesquisas sobre invertebrados marinhos, o estimulou a ler os naturalistas franceses, particularmente Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). Grant era um materialista ao estilo francês e assim se manteve até o final da vida. Seus estudos com organismos primitivos pretendiam mostrar que estão na confluência dos reinos animal e vegetal. Ele acreditava que, por essa via, teria acesso às 'mônadas', ou partículas vivas elementares, que poderiam surgir espontaneamente da matéria inorgânica.

As especulações de Grant sobre a origem da vida e seu transmutacionismo, inspirado em Lamarck, estavam em conflito com a teologia natural dominante na Inglaterra, em especial nos círculos de naturalistas de Cambridge e Oxford. Estes supunham que as espécies foram criadas por intervenções divinas especiais e não por um processo intrinsecamente material. Vá-

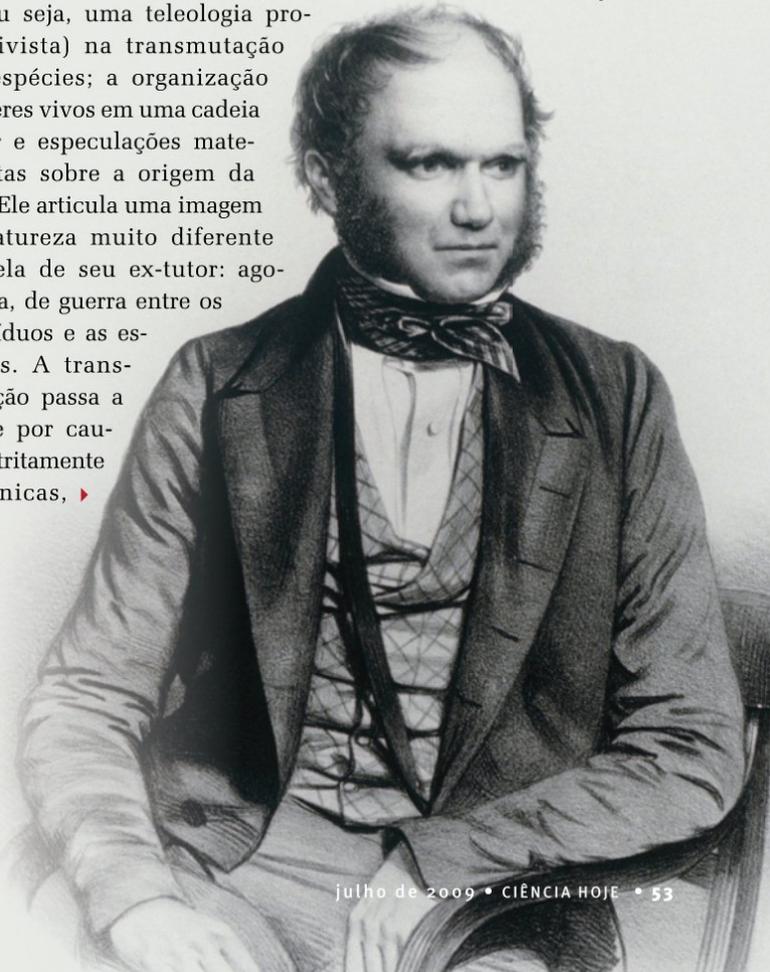
rios outros naturalistas em Edimburgo também defendiam que os seres vivos poderiam ser organizados em uma cadeia, e que o homem teria resultado da transmutação a partir de animais inferiores.

Logo que chegou em Edimburgo, Darwin filiou-se à Plinian Society, que reunia naturalistas como Grant, além de estudantes materialistas e politicamente radicais. Darwin presenciou a defesa de teses transmutacionistas e também reducionistas, que pregavam o monismo, uma identidade mente-corpo. Esses episódios foram certamente lembrados por Darwin quando, anos depois, teve que se confrontar com as implicações radicais de suas próprias ideias!

O distanciamento verificado entre Darwin (após retornar da viagem ao redor do mundo no *Beagle*, com 26 anos e já reconhecido como naturalista) e Grant (que à época ensinava em Londres e desenvolvia uma atividade política radical) é emblemático no que diz respeito à rejeição, pelo primeiro, de uma imagem materialista de natureza. Darwin também desaprovava a apropriação política das ideias transmutacionistas. Na busca do que os seus biógrafos – Adrian Desmond e James Moore – descrevem como uma “respeitabilidade calma”, Darwin não quis solicitar ajuda a Grant na análise dos fósseis que havia trazido da América do Sul, temendo comprometer-se com o que avaliava ser um “radicalismo ruidoso”.

Os cadernos de notas que Darwin então iniciara registram um questionamento das concepções defendidas por Grant – a existência de finalidade e progresso (ou seja, uma teleologia progressivista) na transmutação das espécies; a organização dos seres vivos em uma cadeia linear e especulações materialistas sobre a origem da vida. Ele articula uma imagem de natureza muito diferente daquela de seu ex-tutor: agnóstica, de guerra entre os indivíduos e as espécies. A transmutação passa a dar-se por causas estritamente mecânicas, ▶

Retrato de Darwin aos 40 anos, quando ainda trabalhava com os dados recolhidos em sua viagem e realizava outros estudos, reunindo as evidências nas quais basearia sua teoria da evolução das espécies por meio da seleção natural



Darwin já perto do fim de sua vida, consagrado como um dos mais importantes cientistas de sua época

sem lugar para propósito, o acaso e a contingência desempenhando papéis centrais. A imagem de uma cadeia linear é também substituída pela de uma árvore, e Darwin concebe a noção de ancestral comum. Nessas bases pôde montar, em 1838, o arcabouço de uma teoria, após ter tido contato com as teses sobre o crescimento desigual das populações e da produção de alimentos do economista Thomas Malthus (1766-1834).

Darwin não queria ser perturbado na enorme tarefa de tratar os dados que havia recolhido na viagem e desenvolver a sua teoria da transmutação das espécies. Com o apoio financeiro de seu pai, fixou residência na pacata cidade de Downe, ao sul de Londres, que lhe ofereceu condições ideais de trabalho.

Darwin também precisava distinguir-se de Lamarck, que fora comprometido com o materialismo. Na muito citada carta de Darwin a Hooker, de 1844, em que confessou o seu “assassinato”, ele menciona o naturalista francês: “Que os céus me protejam da ‘tendência à progressão’, que não faz sentido, de Lamarck (...) – mas as conclusões a que fui levado não são muito diferentes das dele, embora os meios de mudança o sejam totalmente – Eu penso ter encontrado (que presunção!) a maneira simples pela qual as espécies tornam-se esmeradamente adaptadas a vários fins...”. Em sua resposta, Hooker refere-se às “teorias malucas” de Lamarck. Darwin replica no mesmo tom: trata-se de “verdadeiro lixo”. Em carta bem posterior (1859) ao geólogo Charles Lyell (1797-1875), avalia o trabalho de Lamarck como “extremamente pobre” e afirma que “dele não aproveitou nenhum fato ou ideia”.

Em 1844, foi publicado anonimamente o livro *Vestígios da história natural da criação*, que suscitou muita controvérsia (ver ‘Vestígios da criação’, nesta edição). Lembremos que esse foi o ano em que Darwin começou a expor, timidamente, as suas ideias trans-

mutacionistas a colegas próximos. Destaco dois elementos da teoria proposta por Robert Chambers (1802-1871) (revelado mais tarde como o autor de *Vestígios*) por seu caráter materialista: (1) uma preocupação com a origem da vida a partir da matéria inorgânica; (2) uma concepção progressivista e linear da transmutação das espécies, tendo o homem como fim ou propósito.

Chambers era, a rigor, um deísta, pois acreditava que uma transmutação contínua de formas mais simples para outras mais complexas seguia leis que estavam em conformidade com o plano da Criação. O que parecia, entretanto, inaceitável para a comunidade científica anglicana – na qual Darwin se formara e onde tinha muitas relações – era a implicação de que o ser humano, incluindo suas faculdades mentais, seria produto das mesmas leis que geraram as outras espécies. Os ativistas políticos radicais viram nessas posições um apoio às suas causas, ignorando os compromissos de Chambers, nada velados, com a teologia natural.

Vestígios não impressionou Darwin, que o considerava cientificamente “pobre”, além de “não-filosófico”, no sentido de reprovável metodologicamente. A publicação do livro, no entanto, mostrou a Darwin como suas próprias ideias, quando viessem a público, poderiam ser recebidas pelos meios acadêmicos e exploradas politicamente. Isso era o que mais temia.

A questão da origem da vida

Um claro indício de que Darwin não aceitava a imagem materialista foi o modo como evitou essa questão. Os materialistas abordavam a origem da vida em termos de geração espontânea a partir da matéria inorgânica, mesmo no caso dos organismos complexos (esta, certamente, não era a visão de Lamarck, que só admitiu a geração espontânea de organismos simples). Deístas como Chambers apelavam para uma ‘lei da criação’ regulando o surgimento da vida.

Darwin era cético a respeito da possibilidade de um tratamento científico dessa questão, a despeito do interesse que continuou despertando em pessoas que lhe eram próximas, como Hooker. Em carta de 1866 ao zoólogo alemão Julius V. Carus (1823-1903), Darwin é particularmente enfático: “Quanto a mim, não posso acreditar em geração espontânea e embora espere que no futuro o princípio da vida tornar-se-á inteligível, no presente ele me parece estar além dos limites da ciência”.

No último parágrafo de *A origem das espécies*, Darwin limita-se a afirmar que, nos primórdios, a vida foi “insuflada (*breathed*) em algumas ou em uma

Sugestões
para leitura

- ABRANTES, P. 'Aspectos metodológicos da recepção da teoria de Darwin', in *Revista Ciência & Ambiente*, nº 36, p. 37, janeiro/junho de 2008.
- BOWLER, P. *Evolution: the history of an idea*. Berkeley, The University of California Press, 1989.
- DESMOND, A. & MOORE, J. *Darwin: a vida de um evolucionista atormentado*. São Paulo, Geração Editorial, 2000.
- HANKINS, T. L. *Ciência e iluminismo*. Porto, Porto Editora, 2004.

única forma”, e que a partir desse “início tão simples evoluíram (*evolved*) e estão evoluindo infundáveis formas (...)”. Ao usar essa terminologia, Darwin estava na verdade marcando posição não só contra a ideia materialista de geração espontânea, que lhe parecia absurda, mas também contra a explicação deísta proposta por Chambers.

O historiador Peter J. Bowler, no livro *Evolution: the history of an idea* (1989), avalia que foi preciso deixar de lado o tópico da origem da vida para que Darwin pudesse tratar de ‘outra’ questão: a origem das espécies. Aceitar a geração espontânea, sobretudo de organismos complexos, significava colocar em segundo plano o mecanismo de seleção natural para a transmutação das espécies! Ou seja, ao esquivar-se do tópico, Darwin não estava somente reafirmando uma imagem de ‘ciência’, mas, sobretudo, rejeitando toda a bagagem materialista que o tema carregava, de modo a abrir espaço para uma nova imagem de ‘natureza’.

Novas imagens

A seleção natural é hoje considerada uma explicação mecanicista para a evolução das espécies. Trata-se, certamente, de um mecanicismo muito diferente do pressuposto pela física do século 17. Mas a evolução por seleção natural compartilha algumas características importantes com as explicações mecanicistas em geral: não apela para causas finais (teleologia) nem comporta uma noção de progresso. Além disso, a geração de variações é produto do acaso (embora não o seja a seleção, pelo ambiente, do fenótipo mais apto). A adaptação dos organismos é puramente local, e a contingência faz parte essencial do processo.

Até que ponto Darwin chegou a conceber a evolução em termos totalmente mecanicistas? Eu diria que só parcialmente. Pode-se identificar a permanência de elementos de uma imagem materialista em seu pensamento: resquícios de um progressivismo (a despeito de ter imposto a si mesmo a regra de nunca usar expressões como “mais alto” ou “mais baixo”) e, mesmo, de teleologia. O fato de a palavra ‘evolução’ ser, normalmente, associada a tais significados fez Darwin preferir, em seus trabalhos, a expressão ‘descendência com modificação’. Entretanto, o uso do termo ‘*evolved*’ (citado anteriormente) no parágrafo final de *A origem* não pode ser tomado como um mero deslize sem importância!

Faltava a Darwin um conhecimento a respeito dos mecanismos de geração de variações e de reprodução. Para essa última, propôs uma explicação equivocada, a pangênese, que tinha ressonâncias finalistas (teleológicas).

Darwin certamente ampliou os recursos mecanicistas com o processo de seleção natural, dispensando a estratégia materialista de atribuir propriedades espirituais à própria matéria. Contudo, o movimento em direção ao mecanicismo em biologia, sem compromissos com antigas ideias materialistas, talvez só tenha se completado no século 20 com a teoria sintética da evolução, que incorporou a genética, que Darwin desconhecia.

Talvez seja até mais apropriado ver o cerne de sua teoria seja como ‘neomecanicista’, já que a seleção natural pode ser entendida como um algoritmo. Quando constatamos a contribuição revolucionária de Darwin em mudar a imagem então dominante de ser humano, reinserindo-o plenamente na natureza, podemos até falar de um ‘neomaterialismo’. De toda forma, após Darwin, os termos ‘mecanicismo’ e ‘materialismo’ adquiriram novos significados. ■



Ilustração histórica mostrando a casa (Down House), em uma área rural nas proximidades de Londres, onde Charles Darwin viveu de 1842 até sua morte, 40 anos depois e onde desenvolveu a maior parte de seus estudos e escreveu seus livros

Resgate pela medicina

O último imperador do Brasil, D. Pedro II, era alvo de piadas na imprensa de sua época por estar sempre dormindo, fosse em palestras ou em apresentações teatrais. Para os opositores do império, a sonolência do líder da nação era sinal de seu desinteresse pelo país. Mas um levantamento histórico feito por pesquisadores das universidades Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e de São Paulo (USP), e publicado na revista científica *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, sugere que, na verdade, Pedro II sofria de apneia do sono tipo obstrutivo. Essa doença causa falta de ar durante o sono, fazendo com que a pessoa desperte repetidas vezes durante a noite e fique sonolento de dia.

Segundo o neurologista Rubens Reimão, da Divisão de Neurologia Clínica do Hospital das Clínicas da USP e um dos autores do trabalho, a ideia do estudo surgiu quando leu sobre a excessiva

sonolência de Pedro II. “Ele pareceu ter todos os sinais de alguém que sofre de apneia do sono, uma das possíveis causas desse problema”, comenta Reimão, que também estuda a história da neurologia. Para confirmar sua hipótese, o cientista contactou dois colegas da UFRJ e os três iniciaram um amplo levantamento bibliográfico de documentos históricos, incluindo fotos, diários, cartas e reportagens de jornais e revistas da época.

A apneia do sono tipo obstrutivo é oito vezes mais comum em homens do que em mulheres, afetando 5% da população masculina mundial, segundo os dados da literatura, embora estudo recente da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) sugira que o mal seja mais comum do que isso (ver ‘Exercícios faciais e novos dados’). “Os sintomas costumam aparecer na meia idade e foi justamente nessa época da vida que D. Pedro II começou a apresentar

o problema de sonolência”, conta o neurologista.

Outra característica associada a essa doença é a obesidade, que aumenta as chances de sua incidência. “A apneia do sono ocorre porque os músculos da faringe ficam flácidos e, com o relaxamento natural do corpo à noite, eles fecham essa passagem, bloqueando o fluxo de ar para os pulmões”, explica Reimão. Nos obesos, a gordura se deposita nas paredes da faringe, diminuindo o calibre do tubo e agravando o problema.

A obesidade de Pedro II foi confirmada por meio das várias fotos históricas e de matérias jornalísticas, inclusive do exterior, que comentavam o excesso de peso do imperador brasileiro. “Se alguém se basear apenas nas pinturas, nunca vai achar que ele era obeso, já que os artistas sempre o retratavam de maneira esbelta. Mas as demais fontes mostram que a situação era outra”, observa Reimão.

EXERCÍCIOS OROFACIAIS E NOVOS DADOS

Além do CPAP (indicado principalmente em casos graves) e de perda de peso, cirurgia de garganta e placas mandibulares, uma nova forma de tratamento da apneia do sono foi descrita em um estudo do Instituto do Coração (Incor) da USP, que mostrou que os exercícios orofaciais desenvolvidos pela fonoaudióloga Kátia Guimarães são realmente eficazes na melhora da condição. O trabalho foi realizado com 31 pacientes divididos em um grupo que praticou os exercícios por 30 minutos diários ao longo de três meses e outro que não seguiu esse procedimento. “Ao final desse período, observamos uma melhora de 40% nos episódios de interrupção do sono, bem como nos sintomas de

ronco e sonolência excessiva”, revela o pneumologista Geraldo Lorenzi Filho, chefe do Laboratório do Sono do Incor e coordenador do estudo, que foi publicado na revista científica *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. Essa é uma ótima notícia para as pessoas que sofrem de apneia do sono e que, segundo uma pesquisa epidemiológica da Unifesp, parecem ser bem mais numerosos do que se supunha. “Analisamos 1.042 pessoas da cidade de São Paulo e descobrimos que 32,9% sofriam de apneia do sono”, conta a pneumologista Lia Bittencourt, da Unifesp. Segundo ela, a doença foi encontrada em 40,6% dos homens e 26,1% das mulheres.

CEBOLA CONTRA POLUIÇÃO

A utilidade da cebola pode ir muito além da culinária. É o que mostra uma pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que utilizou bulbos de cebola para medir a qualidade das águas do rio Paraíba do Sul. O teste da cebola identificou uma série de alterações causadas pela poluição não detectadas pelo monitoramento da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb) em dois trechos críticos do rio em São Paulo.

A bióloga Agnes Barbério, professora da Universidade de Taubaté, que realizou a pesquisa durante seu doutorado na Unicamp, utilizou o teste da cebola (*Allium cepa*) para avaliar a qualidade das águas do Paraíba do Sul nas cidades de Tremembé e Aparecida. Amostras de água coletadas durante os anos de 2005, 2006 e 2007 foram submetidas ao teste *Allium*, que consiste em mergulhar os bulbos de cebola nas amostras de água e esperar que eles criem raízes. Depois, as raízes devem ser cortadas para análise do meristema radicular, tecido que contém células indiferenciadas com capacidade de divisão contínua.

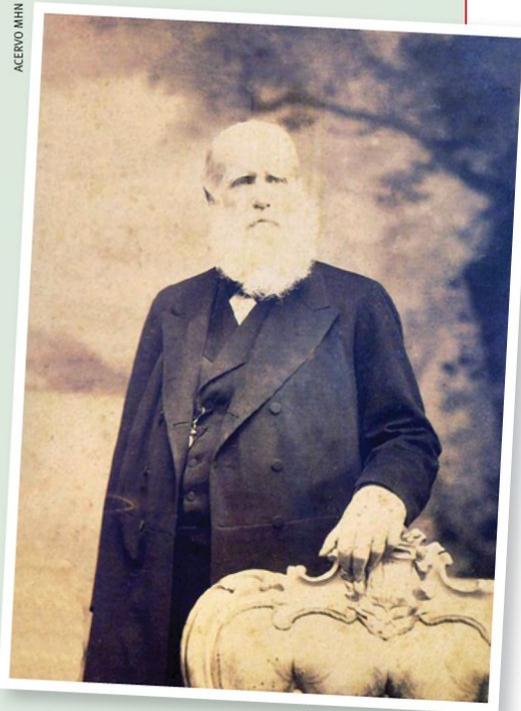
A análise do meristema permite identificar alterações que comprometem o funcionamento das células, como a inibição da divisão celular e anomalias cromossômicas, causadas pela poluição da água. Outro aspecto que pode ser observado é a ocorrência de problemas no material genético, como a formação de micronúcleos.

Enquanto os testes feitos pela Cetesb com bactérias e microcrustáceos deram negativo para toxicidade crônica e para a presença de compostos mutagênicos, os testes feitos por Barbério apresentaram resultado positivo para outras amostras de água colhidas na mesma época. “As células da cebola, por serem mais complexas, apresentam resultados mais próximos dos animais e seres humanos, quando se trata de consequências da poluição, do que as bactérias”, explica a bióloga.

Ela ressalta que uma das vantagens do teste da cebola é a possibilidade de avaliar o efeito conjunto dos poluentes no organismo. “Uma análise química pode concluir que metais como alumínio e chumbo, por exemplo, estão em níveis seguros”, afirma. “Mas essa análise é isolada para cada elemento, enquanto a integração deles poderia estar causando alterações citotóxicas e genotóxicas, como as encontradas pelo teste da cebola.”

Outras vantagens do teste, que já é aplicado em vários países e pode ser utilizado também para detectar a poluição do solo, são o custo baixo, a abundância da cebola (encontrada durante todo o ano no Brasil), a rapidez e a facilidade. Barbério chegou à conclusão de que com apenas três bulbos de cebola é possível avaliar um trecho como o de Tremembé ou Aparecida. Ela acredita que esse conjunto de vantagens justifica a inclusão do teste da cebola no monitoramento bimestral feito pela Cetesb, que utiliza outras 50 variáveis.

No teste da cebola, os bulbos são mergulhados nas amostras de água do rio Paraíba do Sul. O teste é capaz de identificar alterações celulares causadas pela poluição



A excessiva sonolência de D. Pedro II pode ter sido causada pela apneia do sono do tipo obstrutivo, que tem a obesidade como um de seus sintomas. Na foto, pode-se constatar que o imperador era obeso

Para os autores do artigo, os indícios são fortes de que Pedro II sofria de apneia do sono tipo obstrutivo. Segundo eles, nenhuma das outras possíveis causas para sonolência excessiva, como, por exemplo, a narcolepsia (doença que faz o indivíduo adormecer subitamente), se encaixa nas características apresentadas pelo imperador. A pesquisa faz um resgate histórico da figura do monarca e chama a atenção para uma doença que pouca gente sabe que tem. “No final do século 19, nem se conhecia esse mal, mas hoje já existe tratamento. Um dispositivo chamado CPAP (na sigla em inglês) bombeia ar comprimido por um pequeno tubo direto no nariz do paciente, permitindo que ele tenha uma noite tranquila de sono”, conclui Reimão.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

FOTO AGNES BARBÉRIO



Cicatrizes da negligência

Inúmeros estudos já comprovaram as consequências nefastas do abuso sexual e da violência na infância. Mas pouco se fala sobre uma forma de trauma mais silenciosa que se caracteriza pela privação de necessidades físicas e emocionais: a negligência. Um estudo feito com adultos deprimidos mostra que os que sofreram negligência física quando crianças apresentam deficiências na memória.

A negligência física se caracteriza pela privação de necessidades básicas, como alimentação, vestuário e cuidados de higiene e saúde. O psiquiatra Rodrigo Grassi de Oliveira, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), autor da pesqui-

sa, ressalta que a negligência física é diferente da emocional, que caracteriza a falta de carinho e afeto.

“É claro que uma mãe que não se preocupa em suprir as necessidades físicas básicas de seu filho está praticando também negligência emocional, mas a pesquisa aborda especificamente a falta de cuidados básicos”, explica Grassi. É o que ocorre, por exemplo, com a criança que adoece e sabe que existe alguém que poderia levá-la ao médico, mas essa pessoa não faz isso. “O resultado é uma sensação de abandono”, completa.

Nem sempre a negligência física pode ser atribuída exclusivamente aos pais. Grassi observa que as condições de privação vi-

vidas por crianças carentes, que não têm garantia de alimentação, vestuário e higiene, são também caracterizadas como negligência física. “Nesse caso, a negligência é da própria sociedade, mas essa criança sofrerá o mesmo estresse por causa das privações, ainda que sejam decorrentes de um problema econômico”, afirma.

Problemas de memória

Durante a pesquisa, foram realizados testes de memória verbal com 60 mulheres pacientes do Ambulatório de Depressão do Hospital Presidente Vargas, em Porto Alegre. As pacientes deveriam ouvir uma história e repeti-la imediatamente. Após meia hora, deveriam contá-la novamente. Os

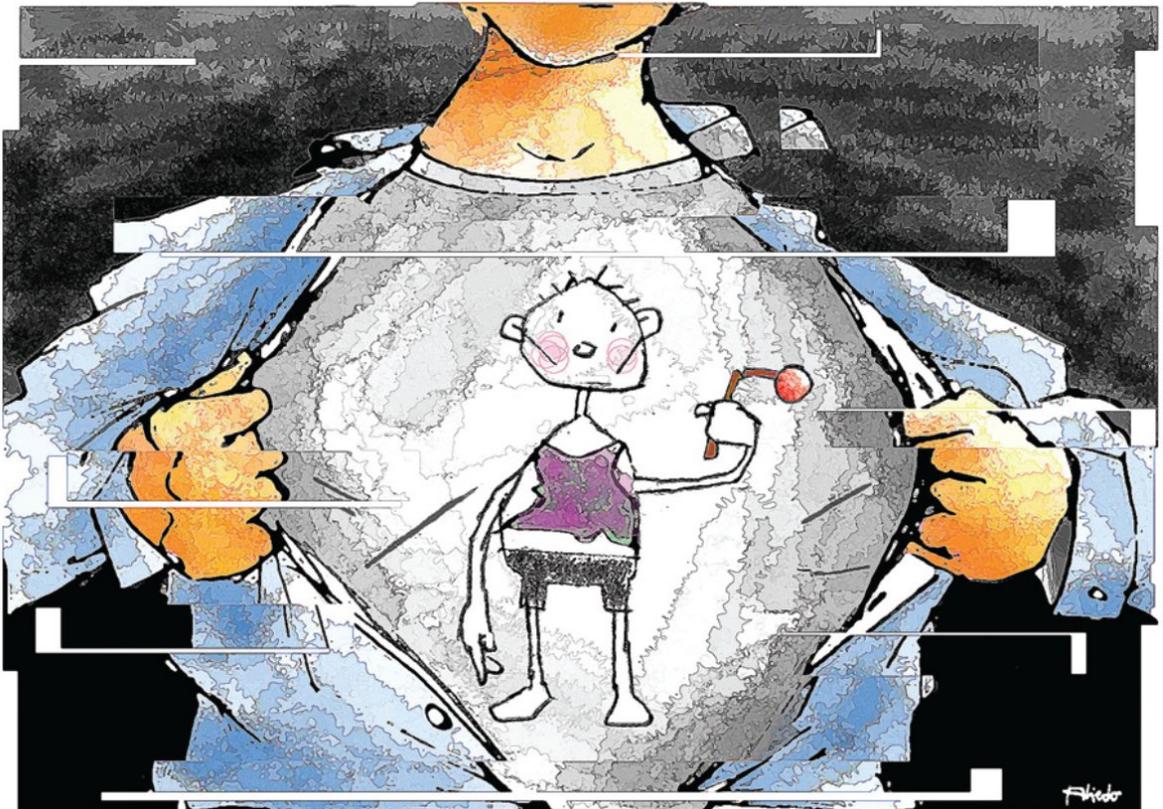


ILUSTRAÇÃO: ALEDO

resultados mostram que as mulheres que sofreram negligência física na infância apresentam pior desempenho de memória.

A hipótese de Grassi é que a negligência física pode afetar o desenvolvimento de áreas neuronais ligadas à memória. “Estudos comprovam que pessoas que sofreram abusos físicos e sexuais na infância apresentam cicatrizes neurológicas, como algumas áreas do cérebro reduzidas de tamanho. É possível que a negligência também cause efeitos desse tipo”, supe o psiquiatra.

Grassi explica que quando o indivíduo passa por situações de estresse, ele libera o hormônio cortisol. Esse hormônio, quando liberado em grandes quantidades e por um período extenso, é neurotóxico, provocando perda de ramificações nos neurônios. “O excesso de cortisol, liberado por causa do estresse provocado pela privação de cuidados na infância, pode ter causado danos no sistema responsável pelo equilíbrio dos neurônios das pacientes com depressão”, nota o psiquiatra.

Neurônios afetados

Outro fator encontrado na pesquisa foi a diminuição do fator neurotrófico derivado do cérebro (BNDF, na sigla em inglês) no sangue das pacientes que sofreram negligência física. O BNDF é uma substância relacionada com o crescimento dos neurônios. “É como se fosse um adubo, que faz com que o neurônio fique bem ramificado e mantenha um nível saudável de plasticidade, ou seja, consiga se organizar para as demandas do dia-a-dia”, diz Grassi.

Durante a pesquisa, foi medida a quantidade dessa substância no sangue das 60 pacientes. Estudos anteriores mostram que pessoas com depressão apresentam redução da quantidade dessa substância no sangue. Porém, as pacientes que sofreram negligência física na infância apresentaram uma

redução ainda maior de BNDF do que as que não tiveram essa experiência.

Mais estudos são necessários para verificar a relação entre a diminuição de BNDF e a negligência física na infância. O estudo conduzido por Grassi aborda as consequências dessa diminuição: “Consideramos a hipótese de a negligência alterar o sistema de neuroproteção do indivíduo, tornando-o mais vulnerável aos efeitos nocivos do cortisol e gerando prejuízos cognitivos”.

O psiquiatra lembra que a pesquisa contemplou pessoas com depressão que apresentavam histórico de negligência, mas que ainda não foram feitos estudos com pessoas que sofreram esse tipo de trauma na infância e não têm depressão. “A exposição a eventos como a negligência na infância cria uma vulnerabilidade para psicopatologias. Quando se somam fatores genéticos, psicopatológicos e estresse precoce, o impacto no sistema cognitivo é significativo”, diz.

Os resultados da pesquisa podem dar origem a formas de proteger a criança exposta ao estresse precoce das possíveis consequências no futuro. Podem ser desenvolvidos desde fármacos até outras formas de intervenção, como o incentivo à prática de atividades físicas, que aumenta os níveis de BNDF. “Muito se sabe sobre o tratamento de psicopatologias como a depressão e a síndrome do pânico. Mas pouco se fala de como evitar o surgimento delas”, aponta Grassi. “Fatores como a negligência física na infância podem tornar um indivíduo mais propenso a desenvolver psicopatologias. Precisamos trabalhar com a prevenção.”

Tatiane Leal
Ciência Hoje/RJ

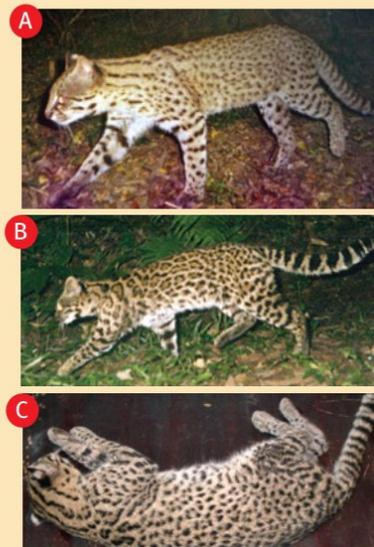
CRUZAMENTO RARO

O estudo de duas espécies de gato-do-mato acabou levando à descoberta da existência de indivíduos híbridos entre elas. A suspeita surgiu durante pesquisas sobre características genéticas e morfológicas do gato-do-mato-grande e do gato-do-mato-pequeno. Os cientistas perceberam que alguns animais tinham características, como tamanho e coloração da pelagem, intermediárias entre as duas espécies. Estudos detalhados confirmaram que se tratava de híbridos, e agora os pesquisadores querem entender o que levou os diferentes gatos-do-mato a cruzarem.

O material que permitiu a descoberta foi obtido de animais mantidos em cativeiro, encontrados mortos em estradas ou capturados em campo por colaboradores do projeto. Alexandra Schneider realizou a pesquisa para sua tese de mestrado em zoologia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), com orientação de Eduardo Eizirik. “Analisamos múltiplos marcadores moleculares como sequências do DNA mitocondrial, segmentos do cromossomo X e Y e também regiões repetitivas no DNA nuclear, conhecidas como microssatélites”, conta Schneider.

O gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*) tem ocorrência registrada desde o sul da América do Sul até a Bolívia, enquanto o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) ocorre do sul do Brasil e norte da Argentina até a Costa Rica. Os híbridos, por sua vez, foram encontrados na região central do estado do Rio Grande do Sul, onde foi verificada a existência de uma zona de contato geográfico entre as duas espécies. Os pesquisadores acreditam que o processo de hibridização pode estar ocorrendo há milhares de anos. “Mas ainda é cedo para afirmar. Precisamos de uma amostragem mais representativa das espécies ao longo de toda sua distribuição geográfica e também da inclusão de novos marcadores moleculares”, diz a bióloga, acrescentando que casos de hibridação dessa magnitude são raros na natureza.

FOTOS FÁBIO DIAS MAZIM (A), CARLOS BENHUR KASPER (B)



O gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*) (A), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*) (B) e o possível híbrido (C)

Perigo oculto

Bastante consumida no Brasil, a linguiça frescal está no barzinho da esquina e na mesa de nossas casas. Mas a qualidade do produto varia de região para região, devido aos diferentes métodos de processamento empregados, principalmente se for preparado de modo artesanal (linguiça caseira). Nesta, os sais de cura (compostos adicionados a carnes com finalidade bactericida e também para dar-lhes cor e sabor atraentes) não conseguem controlar, mesmo sob refrigeração, a bactéria patogênica *Staphylococcus aureus*, comum em contaminações nesse tipo de alimento. A constatação foi feita pela nutricionista Lucyanne Correia em pesquisa realizada no âmbito do Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, sob orientação do médico veterinário Luciano Bersot.

Linguiça caseira processada em ambiente adequado: equipamentos higienizados e profissionais com roupas apropriadas

As seis culturas testadas – positivamente contaminadas com uma pequena quantidade de *S. aureus* e mantidas à temperatura de 7°C a 12°C – foram submetidas aos limites máximo e mínimo de sal de cura recomendados pela legislação. “Em todas elas houve aumento da quantidade de bactéria presente no produto”, relata Bersot. Logo no primeiro dia, para surpresa dos pesquisadores, a quantidade de bactéria já era bastante alta, o que indica que houve proliferação das bactérias adicionadas ao alimento, mesmo na presença do sal.

Segundo Bersot, os níveis de sal de cura usados em linguiças, como o nitrito, são insuficientes para combater *S. aureus*. “Mas, como ainda não temos substâncias com ação bactericida igual ou superior à do nitrito nesse tipo de produto para combater essa e outras bactérias, como a *Salmonella*, ainda o empregamos”, justifica.

A higiene passa a ser então, segundo o pesquisador, um item essencial para evitar que a linguiça caseira seja contaminada durante o processo de produção. “Às vezes ela é preparada em pequenas indústrias, que eventualmente empregam matéria-prima, utensílios, equipamentos e condimentos contaminados”, diz Bersot. Como a produção de linguiça não exige tecnologia sofisticada, ela está entre os embutidos mais fabricados no Brasil.

A linguiça é contaminada por *S. aureus* durante todo o processo de fabricação, principalmente durante a manipulação do produto por profissionais, chamados de manipuladores, que podem transmitir a bactéria por meio de algum ferimento na mão (principal via de transporte), de acnes e pela cavidade oral. “Para evitar a contaminação, é preciso conscientizar os manipuladores dos riscos da produção de alimento em larga escala, dando-lhes orientação rigorosa sobre higiene durante o preparo culinário na cozinha ou na indústria e com o próprio corpo, principalmente com as unhas e as mãos”, recomenda o pesquisador.

A contaminação da carne suína – a mais usada no preparo de linguiças – por *S. aureus* tem sido constatada em estabelecimentos comerciais de varejo em todo o Brasil, causando surtos sistematicamente. Dados da Associação Brasileira dos Criadores de Suínos mostram que dos 13 kg de carne *per capita* consumidos no Brasil por ano, 10 kg são de embutidos, como presuntos, linguiças e salsichas.

Máscara de sal

A ‘cura de carnes’ é um procedimento cujo fim é conservar a carne por um tempo maior a partir da adição de sal, açúcar, condimentos e compostos que fixam a cor, conferem aroma agradável e evitam contaminação. “Entre esses compostos, estão os nitratos e nitritos, que dão cor avermelhada ao alimento e funcionam como agente bacteriostático em meio ácido, no qual as bactérias proliferam com mais facilidade”, explica Bersot.

FUNGOS VERSUS BESOUROS

Está em teste no estado de Rondônia o uso de um fungo para combater a broca-do-café, espécie de besouro que é a principal praga dos cafeeiros na Amazônia. O fungo escolhido é um dos mais letais para o inseto e tem seu crescimento favorecido pelo clima da região. A eficácia no combate à praga está comprovada, mas os pesquisadores ainda precisam saber que quantidade de fungo deve ser usada em cada aplicação, quantas aplicações são necessárias e qual a melhor época do ano para sua realização.

O responsável pelo estudo, o engenheiro agrônomo José Nilton Medeiros Costa, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Rondônia (Embrapa Rondônia), viajou para diferentes regiões do estado para coletar amostras de fungos. Em laboratório, selecionou aquelas que eram mais mortais para a broca e, portanto, mais adequadas para o controle da praga. “Comparamos 34 amostras de parasitas da região com características genéticas distintas e mais 13 trazidas de outros estados para saber qual era mais mortal”, conta. Os vencedores dessa ‘competição’ foram quatro amostras de *Beauveria bassiana*, fungo que ataca também a broca-da-bananeira, lagartas, cupins, formigas e outros insetos.

O fungo deverá ser usado em plantações de café da espécie *Coffea canephora* (conhecida pelo nome genérico de café robusta), principalmente da variedade conilon. Predominante nos cultivos de Rondônia, essa variedade, usada sobretudo para cafés solúveis, é uma das preferidas pela broca-do-café. O ataque dos insetos aos cafeeiros provoca a redução de peso ou queda dos frutos, além de grande perda do valor comercial do produto.

Broca-do-café infectada por *Beauveria bassiana*

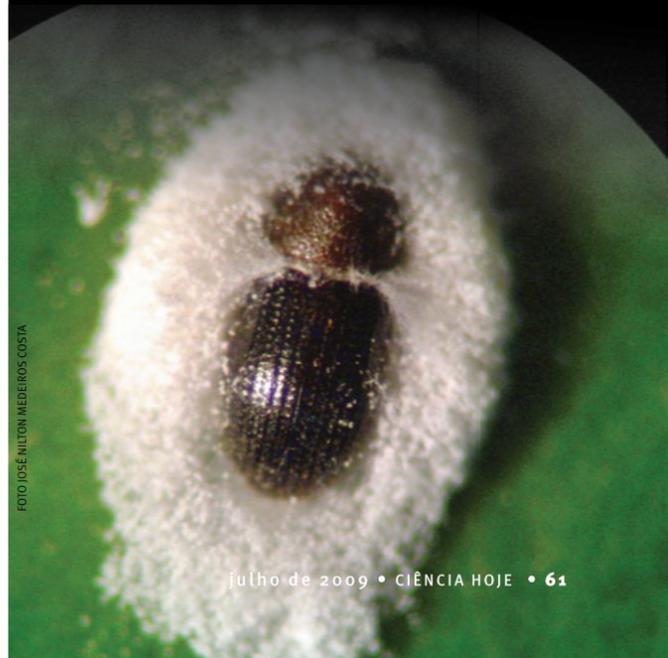
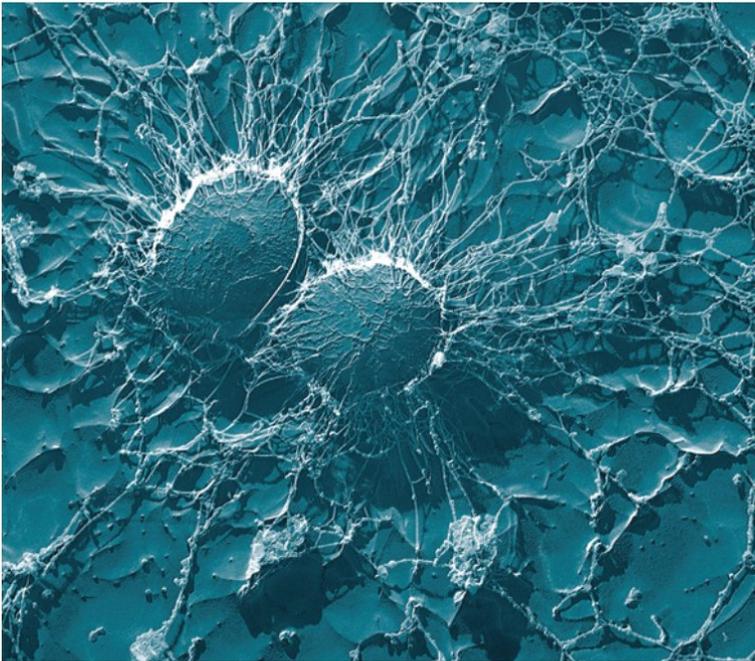


FOTO JOSÉ NILTON MEDEIROS COSTA



Bactéria *Staphylococcus aureus* com aumento de 50 mil vezes

Segundo o pesquisador, embora o nitrito seja muito empregado nas misturas de carnes, sua ação antimicrobiana ainda não é totalmente conhecida. “Consumido em quantidade excessiva, é tóxico”, adverte. Mas o nível máximo da substância permitido em produtos cárneos é de 20 a 40 vezes menor que a dose letal. O uso da substância nos níveis recomendados não causa problema de toxicidade. No entanto, a reação do nitrito com aminas, presentes em moléculas da célula, pode dar origem a nitrosaminas, que são compostos altamente carcinogênicos.

A bactéria

O *Staphylococcus aureus*, também conhecido como estafilococo dourado, foi a primeira espécie de estafilococo identificada, há aproximadamente um século, e está associada a várias infecções, como feridas cutâneas, e a patologias consideradas sérias, como infecções sanguíneas e intra-abdominais. O micro-organismo é esférico e forma grupos com aparência de cachos de uvas de cor amare-

lada. Trata-se de uma espécie patogênica bastante comum – a mais virulenta do seu gênero.

As doenças causadas por *S. aureus* – devido a cortes na pele ou à ingestão de alimento contaminado – decorrem da produção de uma toxina que resulta do processo de multiplicação da bactéria. A gastroenterite estafilocócica – caracterizada por vômitos, diarreia e dores abdominais – se deve à presença de enterotoxinas na comida ingerida. Em geral os quadros de intoxicação alimentar são controlados em 24 horas. Contudo, há relato de morte em grupos vulneráveis (idosos e crianças).

“É possível eliminar as bactérias de um alimento contaminado, mas em virtude da alta resistência térmica, não conhecemos métodos eficazes para eliminar a toxina, que pode permanecer no alimento mesmo após cozimento eficiente”, afirma Bersot. “Por isso, higiene e métodos adequados de manuseio ainda são o melhor modo de prevenir a contaminação.”

Luan Galani

Especial para *Ciência Hoje*/PR



BIOLOGIA Espécie poderá ser usada como indicador da qualidade ambiental

Botos-cinza contaminados por mercúrio

O mercúrio presente nos resíduos que chegam ao mar está fazendo uma vítima inesperada: o boto-cinza. A análise de vários exemplares da espécie revelou a presença do metal tóxico no tecido muscular dos animais. O estudo, realizado com botos da costa dos estados do Rio de Janeiro e do Amapá, também mostrou que, ao contrário do esperado pelos pesquisadores, a costa amazônica é menos contaminada pelo mercúrio que a do Sudeste. Os cientistas agora cogitam usar os botos-cinza

como indicadores da qualidade ambiental.

“Esse é o primeiro estudo sobre contaminação por mercúrio em golfinhos na costa norte do Brasil”, conta o biólogo Jailson Fulgencio de Moura, que conduziu a pesquisa durante seu mestrado em saúde pública e meio ambiente, realizado na Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz, sob orientação do biólogo Salvatore Siciliano. Ele explica que a contaminação dos rios da Amazônia por

mercúrio é conhecida há anos e que, por isso, esperava-se que o metal também estivesse presente no mar. “Mas verificamos que os tecidos provenientes de botos encalhados no Rio de Janeiro continham concentrações mais elevadas do mineral”, conta.

Moura comparou o tecido muscular de botos-cinza da região amazônica mortos ao ficarem presos em redes de pesca com o de carcaças encontradas na região entre Saquarema e Quissamã (RJ), onde, desde 1999, é desenvolvido um projeto de monitoramento de espécies de aves, quelônios e mamíferos marinhos. No Amapá, a média encontrada foi de 0,38 micrograma de mercúrio por grama de tecido muscular enquanto, no Rio de Janeiro, esse valor foi de 1,07 micrograma por grama de tecido (em peso úmido). “Ao que parece, as atividades agrícola e industrial desenvolvidas nessa região estão sendo decisivas na contaminação do ambiente por mercúrio”, diz o biólogo, acrescentando que o ideal seriam concentrações não detectáveis ou bem menores do que aquelas encontradas no organismo dos animais.



HIPERTENSÃO EM ADOLESCENTES

Pesquisa realizada em escolas públicas do Recife (PE) mostra que em torno de 17% dos jovens com idades entre 14 e 20 anos podem ter pressão alta. O estudo também revela que os fatores de risco nessa fase da vida são os mesmos que aumentam as chances de adultos sofrerem da doença: ser do sexo masculino, estar acima do peso ou ser obeso e não praticar exercício físico. A proposta da pesquisa é mostrar que doenças geralmente associadas à vida adulta começam a se desenvolver já na juventude e que, por isso, deveriam ser acompanhadas desde cedo.

Males relacionados à hipertensão, como cardiopatias, acidentes vasculares e obesidade, estão entre as doenças que mais matam no mundo. No Brasil, cerca de 200 mil pessoas morreram em consequência de infartos e derrames apenas em 2008. “Devido à alta incidência, muitos estudos têm sido feitos, e o que se verifica é que essas doenças começam na infância e na juventude”, diz João Guilherme Alves, médico do Instituto Materno Infantil Professor Fernando Figueira, no Recife.

Alves foi um dos coordenadores do estudo que avaliou a situação de 1.800 alunos de escolas públicas do Recife, realizado durante o mestrado em hebiatria (medicina especializada em adolescentes) de Betânia da Mata Ribeiro Gomes, da Universidade de Pernambuco (UPE). Os pesquisadores constataram que 17,3% dos estudantes testados apresentavam pressão alta. “Foi feita apenas uma medição. Alguns resultados podem ser consequência do nervosismo da pessoa durante o exame – sabe-se que esse é um fator que aumenta a pressão em cerca de 20% dos que apresentam hipertensão. Mas, ainda assim, o percentual de adolescentes com pressão alta é bastante elevado”, avalia Alves.

O pesquisador defende o acompanhamento precoce da pressão para evitar que os casos se multipliquem. “Mais da metade das crianças nunca mediu a pressão e mesmo grande parte de adultos não sabe se tem o problema. O aferimento da pressão deveria ser feito a partir dos três anos de idade”, afirma. Além disso, Alves lembra que a prática de atividade física regularmente e uma alimentação saudável são essenciais para manter os níveis de pressão normais. Os jovens hipertensos identificados no estudo foram encaminhados para acompanhamento em centros de saúde do Recife.



Exposição crônica

O boto-cinza (*Sotalia guianensis*) ocorre desde Santa Catarina até a Nicarágua. Suas populações habitam áreas restritas (ou seja, não migram) próximas à costa e nadam em profundidades inferiores a 50 m, regiões onde, segundo Moura, concentram-se atividades poluidoras, como o despejo de esgoto. O biólogo explica que essas características, aliadas ao fato de ser um animal de vida longa (indivíduos da espécie vivem em torno de 30 anos) e que se alimenta de peixes grandes, como o peixe-espada, fazem com que o boto-cinza seja um bom indicador do grau de contaminação do ambiente por mercúrio. “Ao longo de sua vida, eles acumulam no organismo o mercúrio ingerido pelos peixes que fazem parte de sua alimentação”, diz. Moura esclarece, no entanto, que a contaminação nos botos será sempre mais elevada que a do ambiente devido ao

processo de bioconcentração de contaminantes ao longo da cadeia alimentar. “A exposição do boto-cinza ao mercúrio é crônica.”

Nos botos, o mercúrio pode provocar lesões no fígado e redução da imunidade, o que facilita a infecção por micro-organismos patogênicos e pode causar danos neurológicos aos fetos. “Muitas vezes os peixes que servem de alimento para os botos também são consumidos por humanos, que podem acabar contaminados”, alerta Moura. Em humanos, o mercúrio representa elevado risco, principalmente para mulheres grávidas, devido à facilidade com que atravessa a placenta, podendo causar danos neurológicos no feto. Outros efeitos em humanos incluem distúrbios renais e neurodegenerativos.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ



Melhor que a original

Criadas a partir de sobras da extração de rochas ornamentais naturais, como mármore e granitos, versões artificiais dessas estruturas são tão ou mais resistentes que as originais e capazes de serem moldadas em formas mais variadas. Produto de um projeto do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), essas rochas artificiais não apenas valorizam os resíduos dessa atividade extrativa como abrem novas oportunidades no mercado de pisos, azulejos e produtos com geometria complexa, como os mobiliários.

O projeto é a continuação de uma iniciativa anterior do INT que abordava a destinação dos re-

síduos finos produzidos durante a extração das rochas. Esses rejeitos foram direcionados para a produção de argamassa e uma planta industrial com essa finalidade já está instalada. “Para as sobras graúdas, como as oriundas do corte da rocha, uma solução mais trivial seria a geração de brita, mas a grande quantidade de material produzida faria com que o preço desse produto caísse até não ser mais economicamente interessante”, explica o engenheiro José Carlos da Rocha, da Divisão de Processamento e Caracterização de Materiais (DPCM) do INT.

Segundo Rocha, a intenção do projeto é agregar valor ao rejeito,

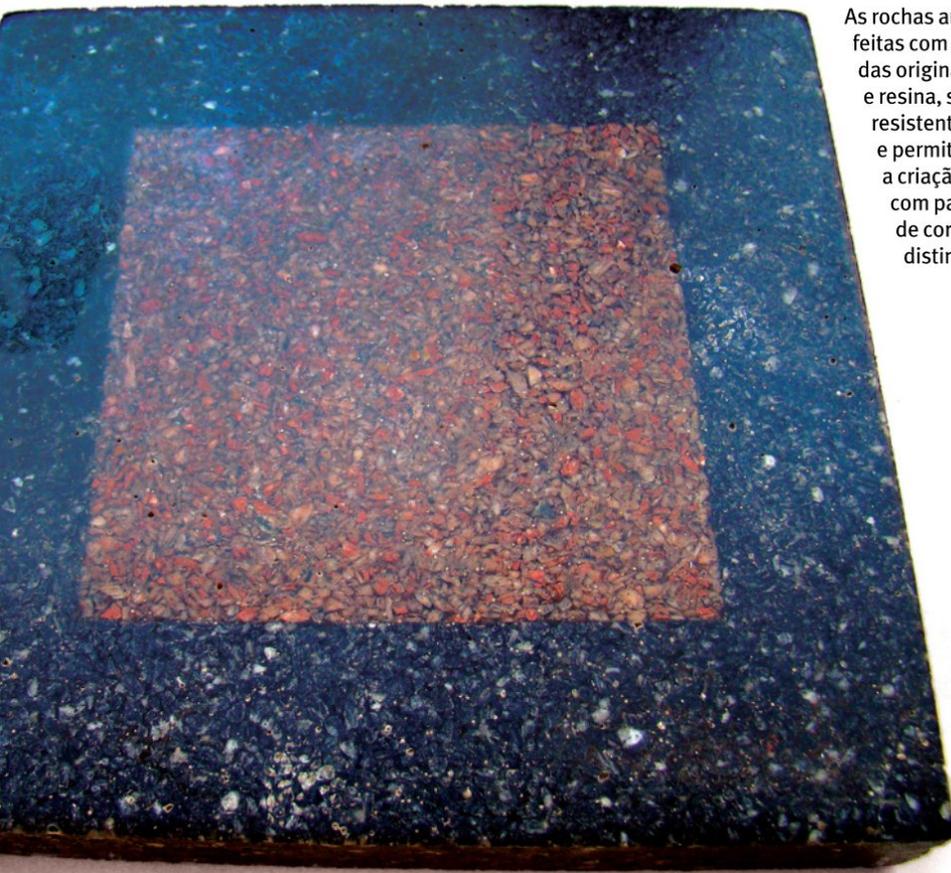
tornando o seu emprego economicamente viável. Há dois anos, os pesquisadores tiveram a ideia de usar os resíduos para criar uma rocha que fosse o mais semelhante possível com a original. Para tanto, o grupo moeu as sobras em tamanhos bem definidos para melhor duplicar a rocha e agrupar os fragmentos por meio de uma resina transparente. “O produto final é um material versátil, que pode ser usado tanto da mesma maneira que o original quanto em novas aplicações”, conta o engenheiro.

Geometria complexa

Composto por 85% de rocha e 15% de resina e outros aditivos que melhoram a mistura, tornando-a mais fluida ou eliminando bolhas, o novo material pode ser usado na indústria de pisos e azulejos. Como a rocha artificial é moldável, ela abre um novo mercado para produtos de geometria complexa. “Hoje, bancadas de granito ou de mármore para cozinhas, por exemplo, não incluem as pias, que têm que ser feitas de metal ou cerâmica. Quando as incluem, o preço e o gasto de material são muito altos”, revela Rocha.

No entanto, devido ao seu caráter moldável, a rocha artificial diminui o custo dessas peças, bastando que sejam criadas formas adequadas para sua produção. “Além disso, como podemos alterar a mistura do material, mexendo com cores e juntando tipos diferentes de rocha, temos a opção de criar peças únicas, exclusivas, pois seus padrões e desenhos não se repetiriam”, acrescenta o engenheiro. Ele cita como exemplo placas bicolores, cujos azulejos

As rochas artificiais, feitas com sobras das originais e resina, são mais resistentes e permitem a criação de peças com padrão de cores distintas



produzidos a partir do seu corte apresentariam quantidades distintas das duas cores e arranjos psicodélicos. “Esse é outro mercado que poderia ser explorado para esse produto”, reforça.

Outra vantagem é a menor fragilidade e peso da rocha artificial, obtidos graças ao uso da resina. Como o material é mais resistente ao choque, é possível produzir peças mais finas, utilizando menos matéria-prima e, consequentemente, aumentando o número de produtos que podem ser produzidos com um determinado volume de rocha. “E, por ser mais fina, a estrutura fica mais leve ainda”, observa o engenheiro. Segundo ele, as técnicas de processamento industrial das rochas originais e das artificiais são compatíveis, sendo a maquinaria já existente para a primeira utilizável para a segunda, especialmente para os produtos planos, como os azulejos.

O engenheiro diz que a criação de rocha artificial já era feita no exterior, mas que o Brasil ainda não dominava a tecnologia. “Com isso, as sobras eram vendidas para o mercado europeu por um preço baixo para depois compramos as peças prontas por um valor elevado”, esclarece. Por isso, o objetivo do grupo foi incrementar as tecnologias existentes e criar uma versão nacional.

Os pesquisadores estão patentando a técnica e agora aguardam o resultado do estudo de viabilidade econômica, que dirá se há possibilidade de introdução no mercado de azulejos de rocha artificial. “Após termos esses dados, iniciaremos o procedimento de repasse da tecnologia para empresas que já demonstraram interesse, o que deve acontecer em cerca de três meses”, afirma Rocha.

Fred Furtado
Ciência Hoje/RJ

MEDICINA

ESPERANÇA PARA A CURA DOS LINFOMAS

Uma pesquisa desenvolvida em Ribeirão Preto (SP) pode tornar mais próxima a cura do câncer linfático. Segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (Inca), este é o quinto câncer mais frequente em todo o mundo, e o número de casos duplicou nos últimos 25 anos. A pesquisa, que durou cerca de seis anos, conseguiu dar fim ao linfoma não-Hodgkin em camundongos, comprovando a hipótese de que a proteína ribossômica L24 estaria diretamente relacionada à formação do linfoma (tumor maligno que se origina nos gânglios). Os próximos testes serão feitos com amostras de tumores humanos. A descoberta pode originar uma droga inibidora do câncer linfático.

O câncer produz alterações em regiões específicas do genoma, que conferem às células a capacidade de se multiplicar rapidamente ou não morrer quando deveriam, caracterizando o tumor. Quando esse tumor se espalha por outros tecidos, ele é considerado maligno. No caso do linfoma não-Hodgkin, estudado pelo pesquisador Eduardo Rego, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRP-USP), uma alteração genética resulta em altos níveis de *myc*, gene que, em excesso, leva à replicação anormal da célula. O *myc* transmite esse comando à célula por meio das proteínas. Os cientistas escolheram estudar as proteínas dos ribossomos porque essas organelas são as responsáveis por converter a mensagem contida nos RNAs mensageiros em proteínas, que são o produto final da informação genética. “Se conseguíssemos barrar a ação dessas proteínas, impediríamos o desenvolvimento do linfoma. Fizemos muitos testes até chegarmos a L24”, explica Rego.

A partir dessas informações foram feitos experimentos em camundongos, desenvolvidos por pesquisadoras da FMRP vinculadas ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Células-Tronco e Terapia Celular (INCTC). Utilizaram-se dois grupos de camundongos alterados geneticamente na Califórnia, em parceria com os pesquisadores Davide Ruggero e Maria Barna, da Universidade de São Francisco. No primeiro grupo, com superexpressão do gene *myc*, todos os animais apresentavam a doença. O segundo grupo, com níveis muito baixos da proteína L24, tinha linfócitos normais. Os filhotes dos cruzamentos entre esses dois grupos não desenvolveram linfoma, comprovando a hipótese inicial de que a L24 teria relação direta com a replicação anormal das células, característica do câncer linfático. Ficou demonstrado que a diminuição da L24 reverte a capacidade cancerígena do *myc*.

A próxima etapa é testar amostras de linfomas humanos. “Em seguida, poderemos criar uma droga que se ligue à proteína L24 e impeça sua ação, inibindo o desenvolvimento do tumor maligno”, prevê Rego.



DESMATAMENTO NA MATA ATLÂNTICA • Considerado um dos biomas mais ameaçados do mundo, a mata atlântica continua sendo vítima da devastação. Entre 2005 e 2008 foram perdidos 102.938 hectares de floresta nativa, o equivalente a dois terços da cidade de São Paulo. A informação é da nova edição do *Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica*, resultado de uma parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e a organização não-governamental SOS Mata Atlântica. Minas Gerais, Santa Catarina e Bahia foram os campeões do desmatamento no período.

Sem cacoetes acadêmicos

Nos últimos anos, as editoras universitárias transformaram-se em um dos setores com maior crescimento no mercado editorial do país. Além de maior número de títulos publicados, tornaram suas edições mais sofisticadas em termos de projetos gráficos, capas e traduções apuradas. Ainda assim, essas editoras não conseguem dar vazão ao número de teses acadêmicas produzidas a cada ano, conjunto que, em boa parte, permanece inédito. Como resolver esse paradoxo? É papel das editoras universitárias publicar esse material?

A função das editoras universitárias é uma questão ainda em debate, como aponta Jezio Hernani Bomfim Gutierre, editor-executivo da Editora da Unesp (Universidade Estadual Paulista). Algumas, segundo ele, publicam apenas títulos circunscritos à comunidade acadêmica. Esse, entretanto, não é o caso da Unesp. “Somos uma fundação e precisamos ter uma pe-

netração de mercado que permita nossa sobrevivência”, explica. A Edusp (Editora da Universidade de São Paulo), por sua vez, tem como prioridade publicar a melhor produção gerada na universidade. “Isso não quer dizer que publiquemos somente teses originadas na USP. Podem ser pesquisas feitas aqui, em outras universidades ou até mesmo títulos estrangeiros. O importante é que essas publicações possam trazer contribuições significativas para a melhoria do ensino”, diz Plínio Martins Filho, diretor presidente da Edusp. Já na Editora UFMG, que também integra o rol das maiores do país no setor, o critério para publicação é o vínculo da obra com projetos e pesquisas desenvolvidos na universidade. “Lançamos, por exemplo, *As passagens*, do [escritor alemão] Walter Benjamin [1892-1940], pois é um autor importante para várias pesquisas. O que nos define é a vinculação estreita com a universidade”, conta Wander Melo Miranda, diretor da editora mineira.

Maior alcance

A Associação Brasileira de Editoras Universitárias (Abeu) conta com 105 editoras associadas. O secretário executivo da Abeu, Rubens Mandelli Nery, ressalta, porém, que nem todas são universitárias, embora a maioria seja. “E há outras editoras desse segmento que não se associaram a nós”, relata.

Embora a Associação não tenha o número exato de editoras universitárias no país, o crescimento do setor, como aponta Miranda, é resultado do aumento do número de universidades públicas e privadas no país, incluindo cursos de graduação e pós-graduação. “Com isso, aumentou o número de leitores e criou-se a demanda de um produto específico para esse público.”

O sistema de distribuição, que antes era a principal dificuldade para a comercialização do livro acadêmico, vem se ampliando, com a criação de uma rede eficiente. A Edusp, por exemplo, tem 14 livrarias situadas nos *campi* de São Paulo e do interior. “Como não temos verba orçamentária destina-



da à publicação, são nossas livrarias que geram esses recursos, mas os livros também são distribuídos para livrarias comerciais. O preconceito em relação ao livro universitário desapareceu à medida que a qualidade gráfica e editorial foi aumentando. Hoje a gente atinge tanto o público interno quanto o externo”, diz Martins Filho.

A Editora UFMG também distribui para todo o país. Miranda aponta como canais de venda importantes as bibliotecas universitárias e as feiras de livros. “O livro universitário vem ocupando muito bem o nicho de feiras e congressos, realizados da Amazônia ao Rio Grande do Sul. Sem falar na venda por internet, que vem aumentando”, lembra.

A aposta em livros mais atraentes e bem editados faz parte da estratégia para atingir um público maior. “Nos últimos anos, o livro acadêmico deixou de ter uma cara ‘chapa branca’. Hoje, as editoras universitárias têm acervo, não mais estoque como antigamente”, constata o editor da Edusp. Gutierrez concorda: “Uma editora universitária que não pretenda chegar ao público é como uma torre de marfim. O livro deve alcançar seu leitor potencial. As obras têm perfis diferentes. Aquelas de grande vendagem nos permitem publicar títulos importantes, mas de público restrito, que de outra forma não poderiam ser publicados”.

Proliferação de teses

O editor da Unesp observa que ainda é comum, na defesa de teses, que as bancas recomendem a publicação do texto. Trata-se, segundo ele, de uma injustiça. “A banca é capaz de julgar a qualificação acadêmica do candidato, não a qualidade editorial do texto. Uma boa tese não é necessariamente um bom livro”, diz. Nos Estados Unidos, alguns cursos de Letras exigem como requisito que os professores tenham, pelo me-

nos, dois livros publicados, procedimento que, segundo ele, aguçava “a avassaladora neurose editorial”: “Uma tese é um texto eminentemente defensivo, enquanto o livro deve ter um estilo de escrita mais arejado, sem ranços ou caçoetes acadêmicos. É preciso des-sacralizar o livro em papel, pois, muitas vezes, esta não é a forma ideal para que aquele texto atinja seu público”.

Como a proliferação de teses, segundo Miranda, acarreta uma pressão editorial que não tem como ser resolvida, é importante que os autores explorem outras maneiras de divulgação, como disponibilizar o texto *on-line* ou transformá-lo em artigo para uma revista científica. “Agora, há teses que podem virar livros, adaptadas para uma linguagem mais ensaística, capaz de atingir um público maior – acadêmico, mas não tão especializado”, afirma.

Embora o processo seletivo varie entre as editoras, um dos diferenciais do setor universitário, sublinhado pelos três editores, é a possibilidade de prescindir de um retorno financeiro imediato, ao contrário das editoras comerciais. “Não analisamos o livro por seu potencial de vendas, mas pela qualidade”, distingue Martins Filho. Como exemplo da adoção de uma política de mais longo prazo, ele cita a coleção *História da América Latina*, que se encontra no sétimo volume e vem sendo desenvolvida há mais de 10 anos. “Não fazemos livros que envelhecem em poucos anos. Se ficam velhos rapidamente, como costumava dizer [o empresário e bibliófilo] José Mindlin, presidente do nosso comitê editorial, é porque não merecem ser publicados.”

Sheila Kaplan
Ciência Hoje/RJ

REDE MALÁRIA É LANÇADA NO AMAZONAS

• Uma parceria entre diversas instituições científicas do país resultou na fundação da Rede Malária, lançada oficialmente em abril na Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Fruto da iniciativa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), juntamente com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a rede reúne as Fundações de Amparo à Pesquisa de sete estados (Amazonas, Maranhão, Pará, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo) para facilitar o controle e o tratamento da doença. As pesquisas contarão com financiamento de R\$ 15 milhões e um prazo inicial de três anos para seu desenvolvimento. A Rede Malária é uma iniciativa inter-regional e interdisciplinar de estudos sobre o tema, a fim de favorecer o intercâmbio entre pesquisadores, fortalecendo associações e parcerias de grupos de pesquisas dos diferentes estados participantes.

RATOS SEM ESTRESSE •

Adquira ratos livres de estresse e de contaminação por parasitas! Parece uma propaganda estranha? Mas é o que oferece a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A instituição inaugurou em maio um novo biotério – local onde são criados animais usados em experimentos científicos – cujas instalações garantem o bem-estar dos ratos de laboratório. O local tem 110m² e sistemas que evitam a contaminação dos animais por agentes infecciosos, condição de extrema importância para a eficiência de pesquisas científicas. Lá poderão ser criados até 3 mil ratos, o suficiente para suprir a demanda da universidade e ainda permitir a exportação de alguns exemplares.



Envolvimento sustentável

Uma empresa decide fazer um grande investimento em um pequeno município. A iniciativa atrai trabalhadores de todas as regiões. Com suas famílias, eles passam a usar o sistema de saúde, as escolas, as rodovias e os serviços locais. Quais os impactos dessas mudanças para a cidade e seu entorno? Como aproveitar a oportunidade para traçar planos de desenvolvimento sustentável?

Foi o que se perguntaram os governos de 11 municípios do estado do Rio de Janeiro ao saberem que um deles – Itaboraí – receberia o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (Comperj), considerado um dos maiores investimentos da história da Petrobras e que deve começar a funcionar em 2012. As respostas vieram de um estudo feito pelo órgão das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-

Habitat) em parceria com pesquisadores da Universidade Federal Fluminense (UFF). A pedido da Petrobras, essas instituições realizaram um levantamento minucioso da situação atual dos municípios que poderá ser usado como suporte para nortear as ações governamentais nos próximos anos.

Os dados foram apresentados no dia 21 de maio último durante seminário realizado na UFF. Cientistas, representantes da empresa e da ONU destacaram o diferencial do projeto: basear-se nos Oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ver ‘Os Objetivos do Milênio’) para avaliar a qualidade dos aspectos analisados, como saúde e educação. “Investimentos são bons, mas também trazem problemas, como o surgimento de assentamentos precários. Com esse projeto, queremos consolidar o que chamamos de ‘de-

envolvimento industrial de nova geração’, que inclui desenvolvimento humano e ambiental, em consonância com o que ficou acordado nos Objetivos do Milênio”, disse Cecília Martinez, diretora do Escritório Regional para a América Latina e Caribe da ONU-Habitat.

A abordagem permitiu aos pesquisadores delinear metas de desenvolvimento a serem atingidas pelos municípios afetados pelas obras. Esses municípios – Itaboraí, São Gonçalo, Cachoeiras de Macacu, Casimiro de Abreu, Guapimirim, Niterói, Maricá, Magé, Rio Bonito, Silva Jardim e Tanguá – formam o Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento do Leste Fluminense (Conleste), idealizado para facilitar o diálogo entre governos, empresa e população sobre questões relativas aos impactos do empreendimento da Petrobras.

Itaboraí, onde será implantado o Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro, foi alvo de amplo estudo sobre os impactos desse projeto

FOTOGRAFIA: PARAS / O FLUMINENSE



OS OBJETIVOS DO MILÊNIO

No ano de 2000 representantes de 191 países-membros da Organização das Nações Unidas assinaram a Declaração do Milênio, firmando o compromisso de lutar para acabar com a pobreza mundial até 2015. O documento resultou em oito metas de desenvolvimento que ficaram conhecidas como os Oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

Atualmente, diversas iniciativas são implementadas em todo o mundo para concretizar esses objetivos no prazo estabelecido.



Defasagem e oportunidades

O levantamento considerou dados dos anos de 2000 a 2007, antes do anúncio oficial da instalação do complexo petroquímico, e, em alguns casos, de 2008. Os resultados mostram que há muito a ser feito.

Com mais de 2 milhões de habitantes, a região passou por intenso processo de urbanização no período analisado. A área coberta por vegetação nativa diminuiu 8%, enquanto a área urbanizada cresceu cerca de 25%. Os investimentos realizados até agora, no entanto, não foram suficientes para garantir abastecimento de água, coleta de lixo e esgoto à população. A preocupação dos pesquisadores é o agravamento desses problemas conforme mais pessoas sejam atraídas para a região em consequência do avanço das obras do complexo da Petrobras. “Teremos um inchaço populacional e, se não houver planejamento, depois será preciso correr para ‘dar conta do recado’”, alertou a urbanista Regina Bienenstein, do Núcleo de Estudos e Projetos Habitacionais e Urbanos da UFF.

A chegada desse contingente também poderá aumentar os níveis de pobreza e desigualdade locais. A pesquisa mostra que, apesar do crescimento, nos últimos anos, do emprego formal, particularmente dos empregados na faixa de escolaridade média, os níveis salariais se mantiveram entre um e três salários mínimos. “É um dado contraditório: exigisse mais escolaridade, mas os salários não aumentam proporcio-

nalmente. O que se conclui é que a escolaridade média passou a ser pré-requisito para entrar no mercado de trabalho e não um diferencial que se reflita em maior remuneração. A expectativa é que essa situação venha a se modificar com a criação de empregos de maior qualidade na região, a partir do Comperj”, apontou o economista da UFF Jorge Britto.

Britto, que coordenou os estudos relativos aos indicadores econômicos, também afirmou que grande parte da economia local está baseada na oferta de serviços e na administração pública. “Quando considerado o conjunto do Conleste, vemos uma estrutura produtiva relativamente diversificada, mas, na verdade, esse quadro é fruto da especialização de cada município em um setor da economia”, afirmou. Segundo o pesquisador, isso indica que há espaço para o crescimento industrial e o novo investimento deve ajudar nesse sentido. Estima-se que o complexo petroquímico, orçado em mais de US\$ 8,38 bilhões, vá gerar cerca de 200 mil empregos diretos e indiretos e estimular a instalação de indústrias que usam derivados de petróleo como matéria-prima nas redondezas.

Dados mais precisos

Todos os pesquisadores, no entanto, esbarraram na mesma dificuldade para a execução do projeto: a falta de dados uniformizados. A dificuldade estimulou os cientistas a irem a campo nas próximas fases de estudo – a maior parte das pesquisas

conduzidas até agora usou dados de instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A equipe de Bienenstein, por exemplo, está elaborando um questionário a ser respondido pelos novos moradores de Itaboraí. O intuito é entender a motivação da mudança para a cidade. Outro projeto piloto será realizado em Rio Bonito pela equipe de Britto, que pretende avaliar mais detalhadamente os impactos do Comperj nos níveis de pobreza da região. “Essa iniciativa será essencial para o avanço das pesquisas”, afirmou o economista.

Apesar dos grandes desafios que se apresentam para a consolidação do desenvolvimento sustentável da região e para a superação dos possíveis impactos negativos do novo empreendimento da Petrobras, a tônica do encontro na UFF foi de otimismo. “É essa reunião de várias esferas, como as prefeituras e as empresas, que vai ajudar a formar a sociedade justa que queremos no futuro”, disse José Raimundo Romeu, secretário de Meio Ambiente de Niterói. Ele lembrou que essa é a primeira vez que os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio são levados em consideração durante a instalação de uma atividade empresarial. A metodologia será apresentada a órgãos internacionais em outubro e espera-se que seja validada como modelo de referência para estudos de impactos de grandes empreendimentos.

Mariana Ferraz
Ciência Hoje/RJ

Cultivo de arroz em baixas temperaturas

O arroz cultivado no Rio Grande do Sul representa 70% da produção brasileira. Entretanto, quando a temperatura cai abaixo dos 20°C, a região chega a sofrer perdas superiores a 25%. Para solucionar esse problema, o Instituto Riograndense do Arroz (Irga), em Cachoeirinha, desenvolve um programa de melhoramento genético voltado para a tolerância à temperatura baixa. Dentro desse programa, um novo projeto visa identificar genes e mecanismos fisiológicos relacionados à tolerância ou à sensibilidade ao frio na cultura do arroz.

Caroline Cabreira, estudante do curso de ciências biológicas da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos), participa, como bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), de pesquisa orientada pela engenheira agrônoma Renata Pereira da Cruz. Estudos anteriores mostraram que, quanto maior o grau de insaturação da camada de gordura das folhas das plantas de arroz, maior a tolerância do vegetal às baixas temperaturas.

Na pesquisa da Unisinos, plantas de arroz com diferenças em seus genomas (cinco genótipos diferentes) são cultivadas em duas bandejas. Em uma delas é estudada,



FOTO RENATA PEREIRA DA CRUZ

Na imagem acima, de uma bandeja submetida à temperatura de 10°C, pode-se perceber um genótipo de arroz bem tolerante ao frio (mais verde), e outros altamente sensíveis

à temperatura ambiente, a camada de gordura das folhas, pela extração e análise dos ácidos graxos, enquanto na outra os mesmos espécimes são submetidos a uma temperatura de 10°C em sala climatizada. O próximo passo será comparar os resultados para definir os genótipos mais tolerantes ao frio, segundo escala com cinco graus de variação: altamente tolerante, tolerante, intermediária, sensível, altamente sensível.

“O objetivo do estudo é entender os mecanismos e genes responsáveis pela tolerância ao frio na cultura do arroz para definir estratégias mais eficientes de melhoramento genético em arroz irrigado”, resume a estudante.

ANATOMIA PATOLÓGICA

Coloração auxilia pesquisa e diagnóstico

Uma coloração muito usada em laboratórios de morfologia, para evidenciar ossos e cartilagens de peças anatômicas, foi adaptada para estudo histopatológico com a finalidade de diagnosticar diversas doenças, inclusive tumores. O desenvolvimento da técnica, que utiliza a alizarina red S e azul de anilina para identificar regiões calcificadas em tecidos de animais doentes, foi realizado em um projeto de prática de ensino da Universidade Cidade de São Paulo (Unicid). O estudo concluiu que essa coloração diferencial pode ser utilizada no diagnóstico histopatológico de doenças que apresentam depósitos de cálcio. O achado foi descrito na monografia apresentada por Maria

Jeovânia Freire de Almeida, recém-graduada do curso de Ciências Biológicas da Unicid.

Quando realizava seu projeto de prática de ensino, no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Animal, do Instituto Biológico de São Paulo, Almeida pesquisava a causa da morte de animais em amostras que chegavam ao Laboratório de Anatomia Patológica. Alguns materiais de tuberculose bovina e um caso de osteossarcoma equino apresentavam, pela técnica de coloração tradicional hematoxilina-eosina, lesões sugestivas de depósito de cálcio. Com a finalidade de enriquecer o diagnóstico histopatológico e confirmar a presença desses sais, Almeida teve a

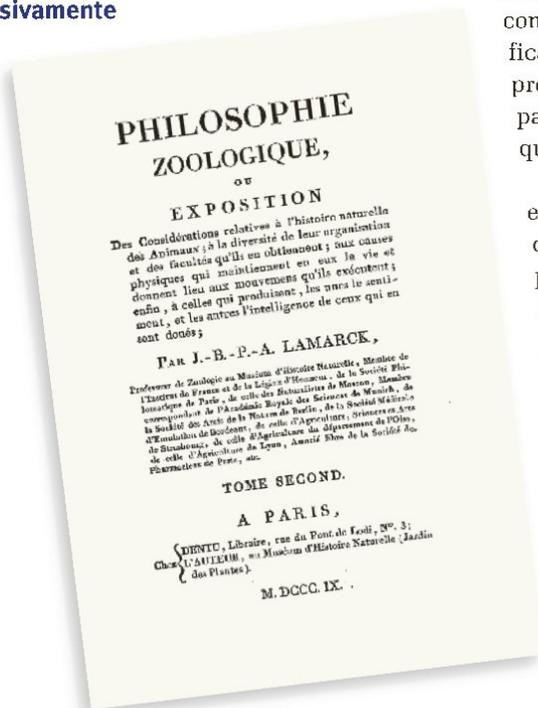
ideia de usar a coloração diferencial alizarina red S para corar e azul de anilina para contraporar essas amostras. Com a orientação da especialista em anatomia patológica Cláudia Del Fava, Almeida comparou os diagnósticos e verificou que esse método pode ser utilizado como coloração diferencial complementar, para confirmar patologias com depósito de sais de cálcio.

Em sua monografia, apresentada em dezembro de 2008, Almeida utilizou a coloração a fim de visualizar patologias. Almeida tenta agora implantar essa coloração diferencial na análise de materiais encaminhados ao Laboratório de Anatomia Patológica do Instituto Biológico de São Paulo.

A marcha da natureza e seus descaminhos

Em 1809, mesmo ano do nascimento de Charles Darwin e 50 anos antes da publicação de *A origem das espécies*, o naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) publicou, em dois volumes, sua notável *Filosofia zoológica*. Nessa obra, para explicar a origem da vida e a formação das diferentes espécies, Lamarck apelou para forças puramente naturais. Além de produzir as formas mais simples de seres vivos a partir da matéria inerte, essas forças fizeram com que, geração após geração, as formas menos organizadas dessem lugar a outras progressivamente mais complexas.

WIKIMEDIA



Frontispício do volume 2 da primeira edição (1809) de *Filosofia zoológica*, de Jean-Baptiste Lamarck

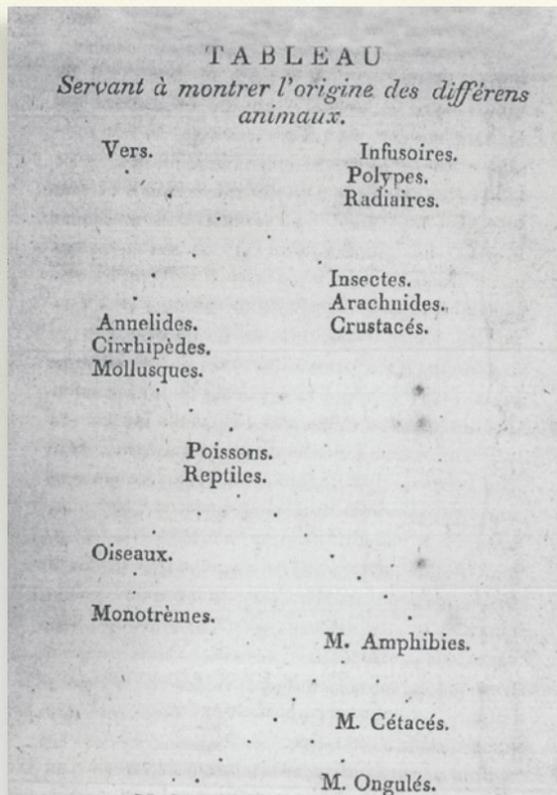
Lamarck nasceu em um pequeno povoado do nordeste da França. Em 1763, forçado a abandonar a carreira militar por um problema de saúde, passou a estudar história natural. Nessa atividade, à que se dedicou até sua morte, destacou-se primeiramente como botânico. Mas em 1793 foi designado para ocupar a cátedra de invertebrados no recém-criado Museu Nacional de História Natural de Paris. Foram, porém, suas teses evolucionistas – e não seus importantes trabalhos como taxonomista de plantas, insetos e vermes – que lhe deram lugar de honra na história da biologia. Antes de Lamarck, outros naturalistas esboçaram conjeturas transformistas, mas nenhum deles as formulou de forma tão clara e sistemática como a apresentada em sua *Filosofia zoológica*.

Dentro de certos limites, para Lamarck – assim como para muitos de seus contemporâneos e para a maioria de seus predecessores – as diferentes classes de seres vivos podiam ser ordenadas em escalas de organização decrescente, que, para ele, eram a expressão invertida de uma permanente e recorrente marcha da natureza. Uma jornada que começava com formas menos complexas de seres vivos, surgidas da matéria inerte, e depois ia produ-

zindo seres progressivamente mais complexos. O homem, que nas classificações seriais dos seres vivos sempre ocupava o topo da escala, era, para Lamarck, só o degrau mais alto que essa marcha tinha alcançado.

Na opinião do naturalista, a vida era um fenômeno puramente físico e sua origem, embora difícil de explicar, só podia obedecer às regularidades que regiam os outros fenômenos naturais. Segundo ele, não era de espantar que, recorrentemente, formas mais simples da vida brotassem da matéria inerte, como gases brotam de uma combustão. Isso, aliás, era algo que muitos de seus contemporâneos aceitavam sem maiores reticências. Embora não houvesse consenso no que dizia respeito aos

HÁ 200 ANOS



seres vivos mais simples, as teorias da geração espontânea ainda eram moeda corrente no início do século 19. Na falta de uma explicação universalmente aceita para esses supostos processos de biogênese, muitos os consideravam fenômenos naturais tão habituais e regulares quanto quaisquer outros.

Mas o que era de fato novo em Lamarck era a ideia de que os seres simples e diminutos surgidos da matéria inerte podiam produzir uma descendência mais complexa. E essa descendência, por sua vez, podia dar origem a uma terceira geração um pouco mais complexa ainda. Lamarck considerava que o desenvolvimento da vida era pautado por uma tendência ao incremento de complexidade, que resultava do permanente movimento de fluidos no interior dos corpos organizados. Esse movimento tendia a abrir novos canais de circulação, fazendo com que novas partes e novos órgãos surgissem onde antes só havia tecidos indiferenciados. O desenvolvimento embrionário era, segundo Lamarck, um indício claro de como esse movimento de fluidos agia nos seres organizados.

Monumento em homenagem a Lamarck no Jardim das Plantas, em Paris. Na base do monumento está gravada a inscrição "Fundador da doutrina da evolução"

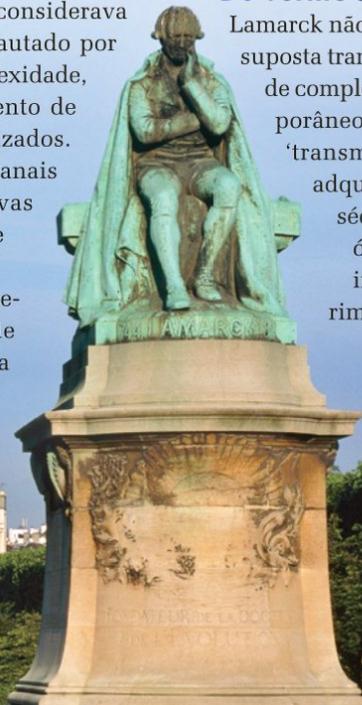
No esquema, publicado no segundo volume de *Filosofia zoológica*, Lamarck apresenta a ordem em que a natureza produziu os diferentes tipos de animais. A série maior, que parte dos vermes (acima à esquerda), bifurca-se, por efeito das circunstâncias, nos répteis; por um lado, ela gera as aves e, por outro, os mamíferos anfíbios, como a foca. As primeiras, por sua vez, dão origem a animais ovíparos de sangue quente, como os ornitorrincos; e os mamíferos anfíbios dão lugar aos cetáceos e mamíferos terrestres. Há ainda uma série menor, que leva dos infusórios (animais microscópicos de corpo homogêneo e gelatinoso) aos pólipos e daí aos radiados, como as medusas

O processo inicia-se a partir de um corpo indiferenciado, no qual não se distingue um órgão específico. Mas, conforme esse corpo vai sendo irrigado por fluidos orgânicos, os tecidos começam a se modificar, dando origem aos diferentes órgãos. Essa breve marcha do simples ao complexo, que ocorre no organismo individual, explica a grande marcha da natureza, que, a partir de um verme, pôde produzir o homem.

A 'grande marcha' nada mais é que o resultado acumulado da 'marcha breve' que ocorre em cada organismo. Quando um indivíduo chega à idade reprodutiva, ele atingiu seu mais alto grau de complexidade. Mas a conformação e a diferenciação adquiridas por seus órgãos não perecerão com sua morte, sendo, de algum modo, transmitidas aos descendentes. Embora estes iniciem seu ciclo de desenvolvimento como seres quase tão simples e diminutos quanto seus pais no momento da concepção, eles chegarão um pouco mais rápido ao nível de complexidade atingido por seus progenitores e irão transmitir à geração posterior a capacidade de alcançar um grau de complexidade ainda mais elevado.

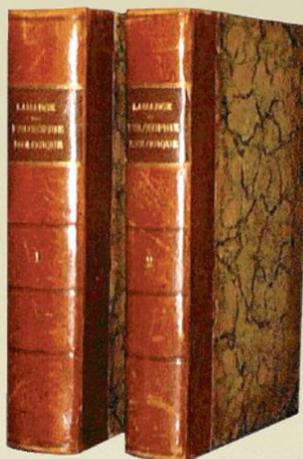
Do verme ao homem

Lamarck não tinha uma explicação clara para a suposta transmissão hereditária do incremento de complexidade. Porém, como seus contemporâneos e predecessores, acreditava na 'transmissão hereditária dos caracteres adquiridos', só questionada no final do século 19. Essa transmissão, dada por óbvia, não tinha por que excluir o incremento de complexidade experimentado por todos os seres vivos ao



longo de sua vida. Mas Lamarck distinguia-se da maioria de seus contemporâneos por considerar que não havia limites para a acumulação gradual de modificações sofridas pelos seres vivos durante sua existência, geração após geração. Isso lhe permitia pensar que o aumento de complexidade, tão acumulável ao longo das gerações como qualquer outra modificação, era capaz de produzir a marcha da natureza, que paulatinamente tinha levado do verme até o homem e das algas até as árvores.

A transmissão hereditária dos caracteres adquiridos não é, entretanto, a única contribuição da teoria de Lamarck. Se dependesse só do incremento progressivo da complexidade, a marcha da natureza seria sempre linear e cada um de seus produtos poderia ser alinhado em uma escala de complexidade crescente ou decrescente. Mas não era exatamente assim. As grandes ordens taxonômicas, que Lamarck chamava de 'massas', eram de fato passíveis dessa ordenação. Para ele, não havia dúvida, os peixes eram mais complexos que os moluscos e os répteis mais complexos que os peixes, embora mais simples que as aves e os mamíferos. Mas ele reconhecia que quando se começava a comparar espécies particulares no interior dessas grandes massas, a escala dos seres se apagava e se ramificava em um sem-fim de linhas divergentes, refratárias a qualquer classificação serial. Parecia razoável dizer que um peixe era mais complexo que um molusco, mas não se podia deci-



dir se um urubu era mais ou menos complexo que um condor.

Na perspectiva de Lamarck, o urubu e o condor seriam espécies com um mesmo grau de complexidade, e suas diferenças morfológicas se deviam à influência das circunstâncias acumuladas ao longo das gerações. O clima ao qual as diferentes espécies estavam submetidas e a alimentação a que estavam sujeitas, entre outros

fatores, faziam com que os fluidos corporais circulassem em maior ou menor quantidade, ou com maior ou menor intensidade, pelos diferentes órgãos, fazendo com que eles se modificassem de modos distintos, que não respondiam à simples dinâmica de fluidos responsável pelo incremento regular da complexidade.

A acumulação hereditária dos efeitos das condições de vida era responsável pelas notáveis diferenças morfológicas existentes entre as espécies, que – como o condor e o urubu, ou a girafa e o antílope – compartilham um mesmo grau de organização, mas estão submetidas a condições de vida diferentes. As influências deformadoras – e não adaptadoras – das circunstâncias de vida produziam, com efeito, um desvio da ordem ideal de sucessão das formas, que não teria ocorrido se a tendência ao incremento da complexidade tivesse agido unilateralmente.

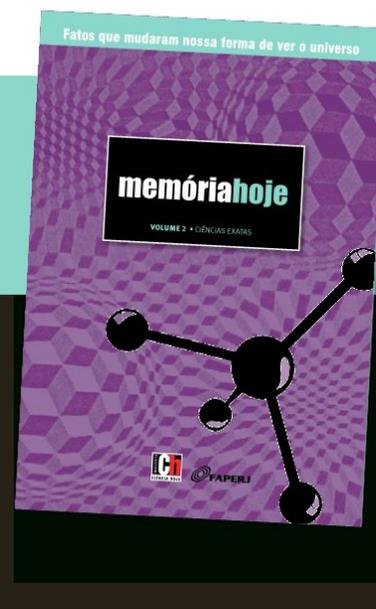
Gustavo Caponi

*Departamento de Filosofia,
Universidade Federal de Santa Catarina*

Os dois tomos da *Filosofia zoológica*, publicada em 1809

CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER O UNIVERSO

- A MEDIÇÃO DO TEMPO • ASTERÓIDES À DERIVA
- A NATUREZA DA LUZ • NÚMEROS COMPLEXOS
- A GÊNESE DO BIG BANG • O ÁTOMO E SUAS PARTÍCULAS
- O INÍCIO DA ERA ESPACIAL • DATAÇÃO POR CARBONO 14
- O NASCIMENTO DA INTERNET...

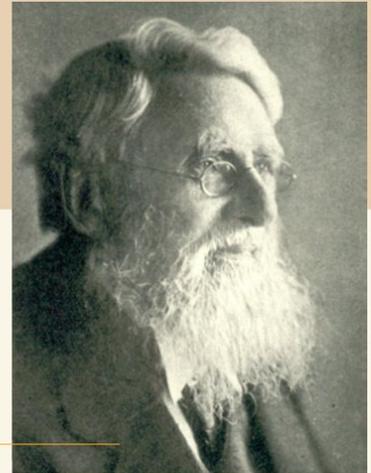


PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 www.cienciahoje.org.br

Um nome fundamental

**Cleber Macedo Polegatto,
Eurípedes Garcia Silveira-Jr.
e Pamela de Souza Joaquim**

Centro Universitário Claretiano (Batatais, São Paulo)



Alfred Wallace é o nome de um naturalista ainda pouco conhecido, ao menos no Brasil, mesmo entre pesquisadores e estudantes de biologia. Muitos cientistas, em todas as áreas, são praticamente desconhecidos porque seu lugar na história foi ocupado por outros que, pela real importância de seu papel na ciência ou por diversos outros motivos, ganharam fama e garantiram o título de 'gênio'. Estes têm lugar de destaque na história da ciência e em nossa memória. É o caso, por exemplo, do autor da primeira classificação racional de animais e plantas, o sueco Carl von Linné (1707-1778), mais conhecido como Carl Lineu; do alemão Albert Einstein (1879-1955), cujas teorias lançaram as bases da física moderna; do inglês Charles Darwin (1809-1882), criador da teoria da evolução dos seres vivos, e de mais alguns.

Esses cientistas, no entanto, não desenvolveram suas ideias isoladamente. Outros pensadores, antes deles ou na mesma época, deram contribuições valiosas para suas realizações ou já trabalhavam com as mesmas teorias. É curioso que, nos meios acadêmicos e na educação pré-universitária, muitos desses outros cientistas, embora fundamentais para a formulação das teorias a que estão

vinculados, tenham seus nomes e suas obras ou descobertas ignoradas.

Quem foi Wallace e qual sua importância na profunda modificação causada pela teoria da evolução no curso da ciência e da educação?

Nascido em 1823, o britânico **Alfred Russel Wallace** pode ser visto como um homem à sombra de Darwin, seu conterrâneo bem mais famoso. Vale observar que Darwin e Wallace lançaram praticamente ao mesmo tempo as bases da teoria da evolução, que explica a origem e a diferenciação de todos os seres vivos. Embora tenha passado por grandes revisões, a teoria é amplamente apoiada no meio científico, mas sua aceitação depende de uma visão de mundo racional e científica, que não permite abordagens pessoais ou místicas.

Wallace na Amazônia

Em 1848, junto com o entomologista Henry W. Bates (1825-1892), Wallace partiu da Inglaterra em uma viagem ao Brasil, para coletar insetos e outros animais, estudar a rica fauna tropical e buscar explicações para a evolução dos organismos e sua imensa diversidade. O próprio Darwin já estivera no Brasil, em 1832, passando

18 dias na Bahia e três meses na então província do Rio de Janeiro. Os outros dois naturalistas, porém, estiveram na Amazônia, onde conheceram uma realidade biológica bastante diferente da que viam na Europa. Bates ficou na Amazônia por 11 anos, e textos escritos por ele sobre os insetos amazônicos, em particular as borboletas, deixam claro o seu espanto com a biodiversidade brasileira.

Wallace voltou à Inglaterra em 1852, bem antes de Bates, mas no período em que esteve na Amazônia estudou animais e plantas. Na volta para a Inglaterra, em 1852, perdeu a coleção que fez no Brasil e parte de suas anotações no incêndio e naufrágio do navio em que viajava. Mesmo assim, publicou vários artigos e dois livros sobre suas experiências na floresta tropical. Um dos trabalhos salvos do naufrágio foi uma série de descrições e ilustrações de peixes, que permaneceu inédita e foi recentemente publicada no

Brasil, na coleção 'Uspiana - Brasil 500 Anos'. Depois, viajou para o arquipélago malaio, onde de 1854 a 1862 continuou a investigar a diversidade biológica. Após retornar à Inglaterra, publicou vários livros sobre suas pesquisas, entre eles um trabalho clássico, *The geographical distribution of animals (A distribuição geográfica dos animais)*, lançado em 1876. Essa obra, que continua válida, é a base da área científica denominada biogeografia (a geografia dos seres vivos).

A importância histórica de Wallace - e nunca é demais falar nisso - está no fato de ter escrito em 1858 um texto intitulado *On the tendency of varieties to depart indefinitely from the original type (Sobre a tendência das variedades de se afastarem indefinidamente do tipo original)*. O envio desse trabalho, por carta, a Charles Darwin, levou este último a escrever um esboço da teoria da evolução e a permitir que os dois textos fossem lidos, juntos, na Sociedade Linneana, em Londres, em 1858. Darwin percebeu que Wallace tivera ideias semelhantes às suas e que precisava tornar públicas as suas pesquisas, para não perder a prioridade sobre a teoria.

Após esse anúncio, Darwin acelerou a elaboração de seu famoso livro, *A origem das espécies*, publicado no final de 1859. O livro, um marco na história da ciência, teve um grande peso nas diversas áreas de estudo que envolviam a explicação de fenômenos biológicos, ao mostrar que toda a diversidade dos seres vivos e a própria posição da espécie humana na natureza deveriam ser vistas como resultado de constantes processos de modificação. Sua abordagem evolutiva substituiu a ideia de um mundo fixo, como a maioria das pessoas acreditava na época. O impacto da obra estende-se a áreas sociais, comportamentais, culturais e políticas,

embora tenham ocorrido, desde o início, grandes erros de interpretação de suas ideias, não compreendidas por muitos devido à falta, em grande parte dos leitores, de um embasamento científico. Wallace só voltou à Inglaterra em 1862, quando o livro de Darwin já era intensamente discutido. Nas décadas seguintes, publicou vários livros, alguns sobre a teoria da evolução, e morreu em 1913 (ver, na internet, 'The Alfred Russel Wallace Page': www.wku.edu/~smithch/index1.htm).

Segundo o historiador da ciência, irlandês Peter Bowler, autor do livro *Evolution: the history of an idea (Evolução: a história de uma ideia)*, Darwin escreveu sobre a diferença entre "indivíduos" na mesma população, enquanto Wallace tratou das "variações" ou "variedades" de uma espécie. Para Darwin, os seres mais adaptados a certo ambiente permaneceriam ali, enquanto os menos aptos desapareceriam, por meio de uma seleção natural. A seleção natural é uma abstração e não um fator concreto; ela representa os fatores reais que interferem na sobrevivência dos organismos. Para que a seleção natural aconteça, são necessários fatores genéticos, populacionais, geográficos e outros. A seleção natural é aleatória, não tendo, portanto, uma finalidade ou um objetivo. Também não devemos achar que os animais antigos (dinossauros, por exemplo) se extinguíram porque foram inaptos - em suas épocas, eles foram aptos, ou seja, bem adaptados.

Retornando à biogeografia, podemos dizer que a história da espécie humana tem ligação com a distribuição de outros animais e de plantas, pois muitos alimentos, roupas, remédios, utensílios, materiais para ritos e diferentes aspectos culturais dependeram de fontes regionais. Alguns exemplos são animais e plantas relatados em pinturas, lendas e textos antigos,

ou ilustrados em bandeiras e brasões, além dos costumes alimentares de cada população do mundo.

A seleção natural

Embora o próprio Wallace tenha apresentado mais tarde ideias diferentes, inclusive envolvendo misticismo, seu grande legado foi ter percebido o mecanismo principal da evolução, a seleção natural. Seria mais correto, portanto, se todas as referências à autoria da teoria da evolução usassem sempre os dois nomes: Darwin-Wallace.

**Darwin e Wallace
lançaram praticamente
ao mesmo tempo as bases
da teoria da evolução,
que explica a origem e a
diferenciação de todos
os seres vivos**

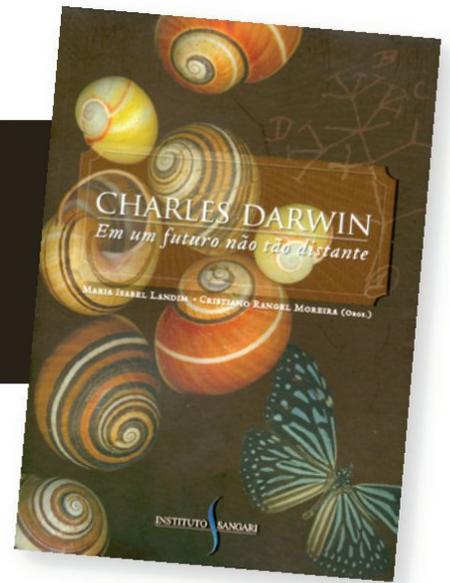
Uma das poucas e importantes referências, no Brasil, sobre a importância de Wallace é o livro *Bates, Darwin, Wallace e a teoria da evolução*, do químico e historiador da ciência Ricardo Ferreira (editora UnB, 1990). Também chama a atenção a matéria sobre Wallace publicada na edição brasileira da revista *Scientific American-História*, este ano (nº 7). Wallace e Bates, bem como o alemão (radicado no Brasil) Johann Friedrich Müller (1822-1887), mais conhecido como 'Fritz' Müller (que desenvolveu estudos sobre mimetismo e foi um dos primeiros cientistas a apoiar as teorias de Darwin) devem ter seus nomes colocados ao lado do de Darwin na história da ciência, para que ganhem o reconhecimento que merecem e sejam mais bem conhecidos pelos brasileiros, já que realizaram estudos em nosso país. ■

Brasileiros interpretam a evolução

Charles Darwin: em um futuro não tão distante

Maria Izabel Landim e Cristiano Rangel Moreira (orgs.)

São Paulo, Instituto Sangari, 168 p., R\$ 35



Neste livro são reunidas oito palestras proferidas recentemente por pesquisadores brasileiros altamente qualificados que nos falam de Charles Darwin (1809-1882), do darwinismo e do neodarwinismo. Na introdução, o paleontólogo Niles Eldredge se pergunta por que ainda estamos interessados em Darwin, ao que ele mesmo responde: “Eu admiro o homem e sua obra, especialmente enquanto era um jovem despreparado e inexperiente em sua viagem épica à América”.

É muito difundida essa ideia errônea de que Darwin era despreparado. Não é bem assim. Darwin desde sua adolescência colecionava e classificava insetos e tinha o conhecimento de um bom entomologista. Na sua estada em Edimburgo (Escócia) realizou trabalhos de pesquisa com organismos marinhos, fez comunicações científicas em grupos de pesquisa, conhecia as técnicas de coleta de organismos marinhos, aprendeu as técnicas de taxidermia, tinha sólidos conhecimentos de botânica e geologia e recebeu lições da teoria evolutiva lamarckista (ver ‘A marcha da natureza e seus descaminhos’, nesta edição). Quando Darwin embarcou no Beagle, ainda jovem, podemos considerá-lo um naturalista muito bem preparado. Se assim não fosse, não teria podido coletar, preservar

e classificar o material que lhe permitiu elaborar a teoria da evolução.

Os oito capítulos do livro contêm muita informação importante em linguagem clara e agradável. No primeiro, encontramos uma boa revisão panorâmica da trajetória de Darwin durante o processo de elaboração (não descoberta) da teoria evolutiva. No segundo capítulo, há muitos dados interessantes sobre a viagem de Darwin e de dois outros naturalistas importantes, Alfred Wallace (1823-1913) e Henry Bates (1825-1892) (ver ‘Um nome fundamental’, nesta edição). Todos estiveram no Brasil e todos fizeram contribuições importantes para o avanço do conhecimento científico através da coleta de material biológico.

O terceiro capítulo trata de assuntos controversos, como a doença que acompanharia Darwin durante toda a sua vida, se o livro *A origem das espécies* teria ou não sido um *best-seller*, se [Karl] Marx (1818-1883) admirava Darwin. Há argumentações interessantes e também discutíveis. No encerramento, o autor pergunta se Darwin nunca errou e ele mesmo responde que sim, Darwin errou ao publicar um trabalho sobre a geologia da Escócia. Não posso concordar com o autor nessa avaliação,

pois teria que dizer também que Ptolomeu (c. 83-161) errou com seu modelo cosmológico geocêntrico, assim como Issac Newton (1643-1727) errou ao formular a lei da gravidade, o que seria um absurdo. As teorias desses cientistas funcionavam perfeitamente dentro de um contexto e deixaram de funcionar quando mudou o contexto, apenas isso.

O quarto e excelente capítulo é escrito por um grande taxonomista brasileiro, Mario de Pinna. Darwin era um dos maiores taxonomistas do seu tempo e foi esse profundo conhecimento da taxonomia que permitiu a elaboração de uma teoria evolutiva que explica, em mínimos detalhes, as características de todos os seres vivos. Ao final do capítulo, o autor propõe eliminar a palavra ‘origem’ dos artigos sobre evolução para eliminar as controvérsias (solução mágica?). Não concordo, mas é um argumento interessante e merece ser discutido. Também declara e aparentemente comprova que nós, os seres humanos, somos macacos!

No quinto, temos, finalmente, um texto bem humorado e perfei-

tamente científico, da neurocientista Suzana Herculano-Houzel, informando que, de fato, não somos tão diferentes dos macacos ou dos golfinhos. O tamanho e a complexidade do nosso cérebro, do qual tanto nos orgulhamos, podem ser superados pelo tamanho e complexidade do cérebro de outros animais. Mais um baque nas nossas pretensões de ocupar o lugar mais alto do pódio.

O sexto capítulo toma como base outros livros escritos por Darwin e bem menos lidos que *A origem das espécies: The descent of man and selection in relation to sex* (1871) e *The expression of emotions in man and animals* (1872), que contêm muitos dos fundamentos da biologia do comportamento (etologia). O autor apresenta uma interessante discussão sobre a importância da seleção sexual que alguns trabalhos recentes contestam.

O sétimo capítulo aborda as raças na espécie humana e discute abertamente a questão do racismo, apontando dados recentes sobre a variabilidade genética dentro da nossa espécie e concluindo ser impossível caracterizar cientificamente a divisão da espécie humana em raças. Dada essa impossibilidade, o autor sugere eliminar o conceito de raça dentro da nossa espécie. Proposta interessante neste momento em que os nossos senadores e deputados estão prontos para aprovar leis que obrigam as universidades a implementar as tais cotas raciais.

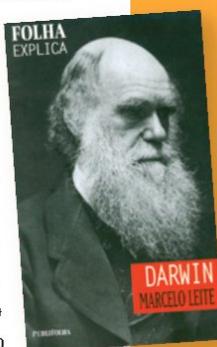
Taxonomicamente raças são populações de uma mesma espécie que apresentam diferenças genéticas. Quando essas populações disjuntas têm um tratamento taxonômico formal, sendo enquadradas em um gênero, recebendo um segundo nome (da espécie) e, ainda, um

terceiro nome, caracteriza-se então uma subespécie. As raças humanas não são subespécies, pois ninguém teria a coragem de pôr um terceiro nome ao nome da nossa espécie. Parafraseando o geneticista de populações Richard Lewontin, ao descrever raças de gafanhotos, nenhum biólogo utiliza razões políticas, religiosas ou econômicas, mas, quando classificamos a espécie humana em raças, sempre são utilizados critérios políticos ou religiosos ou econômicos ou os três ao mesmo tempo.

No último capítulo, o economista Sergio Besserman escreve de forma angustiada sobre os problemas do aquecimento global e da necessidade de conscientização para implementar políticas de desenvolvimento sustentável. O autor considera que o mercado é cego e surdo e visa exclusivamente ao acúmulo de capital: "O desenvolvimento sustentável têm de ser imposto ao mercado de fora para dentro". Assim como Adam Smith (1723-1790), o autor não acredita que o mercado controlado por capitalistas possa funcionar.

O livro é de leitura agradável, foi escrito por pessoas que realmente conhecem tanto Darwin quanto a teoria evolutiva elaborada por ele. Dada a sua origem (palestras proferidas por cientistas brasileiros na exposição 'Darwin', que percorreu cinco capitais entre 2007 e 2008), a obra não tem suporte bibliográfico, o que se lamenta.

Ricardo Iglesias Rios
Departamento de Ecologia,
Instituto de Biologia,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro

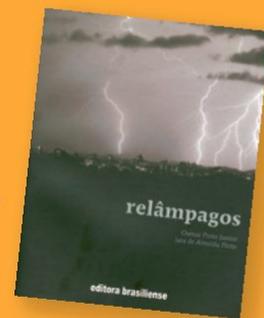


Darwin
Marcelo Leite
São Paulo, Publifolha, 81 p., R\$ 18,90

Um século e meio depois da publicação de *A origem das espécies*, de Charles Darwin (1809-1892), ainda são ensinadas teorias criacionistas nas escolas, contrariando a ideia da evolução por seleção natural. Jornalista da *Folha de S. Paulo*, Marcelo Leite explica o evolucionismo, plenamente aceito no meio científico, e expõe as "inestimáveis contribuições de Darwin para o pensamento contemporâneo". O autor detém-se na viagem do Beagle, quando Darwin teve contato com uma enorme diversidade de espécies que o fizeram pensar na teoria da evolução. A vida do cientista antes e depois da expedição é também focalizada.

Planeta Terra: 200 lugares de preservação prioritária
Simona Giordano (org.)
São Paulo, Escrituras,
304 p., R\$ 149

Difícil não se maravilhar com as quase 400 fotos deste livro, que mostra a diversidade e a beleza do nosso planeta. As estepes da Patagônia, a taiga siberiana, a tundra fino-escandinava, a bacia do Mediterrâneo, a Grande Barreira de Corais da Austrália, as florestas de Madagascar e do Havaí, os pântanos de turfa da ilha de Bornéu e a bacia do Amazonas são algumas das regiões selecionadas nesta obra, organizada pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF). Além de mostrar a luta que milhões de espécies vegetais e animais travam para sobreviver às ações humanas, o livro revela, ainda, os esforços de biólogos e cientistas do mundo todo para conservar a biodiversidade da Terra.



Relâmpagos
Osmar Pinto Junior
e Iara de Almeida Pinto
São Paulo, Brasiliense,
114 p., R\$ 33,70

Relâmpagos traz ao público um panorama do conhecimento científico sobre esse fenômeno que tanto intriga os humanos. Os autores são pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), onde, desde 1979, conduzem estudos sobre o tema. No livro, eles explicam de forma simples o que são e como se formam os relâmpagos e qual a frequência do fenômeno no Brasil. Esta segunda edição do livro, revisada e ampliada, inclui caderno de imagens.

O certo é Avogadro

Na matéria 'Pesquisa de peso' (CH 257), deparei-me com o termo 'Projeto Avogadro'. Tenho a impressão de que o nome correto é Avogadro, uma alusão ao cientista italiano Amedeo Avogadro (1776-1856).

Lausemí Mensor
Rio de Janeiro, RJ

✉ *O leitor está correto.*

Agrotóxicos

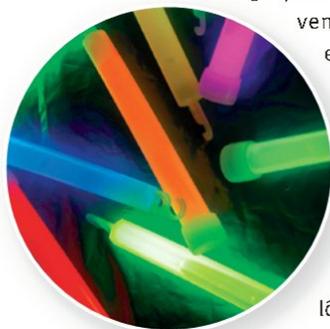
Sou assinante da revista e gostaria muito que esta fizesse uma matéria sobre alimentação, envolvendo o uso de agrotóxicos (pesticidas, herbicidas, inseticidas, fungicidas) nos cultivos de vegetais e os efeitos dessas substâncias no organismo humano, incluindo o desenvolvimento de câncer. Além disso, poderiam ser abordadas alternativas, como o consumo de alimentos orgânicos e seus benefícios ao organismo humano, a forma de cultivá-los e as instituições reguladoras (...).

Frederico Prado Abreu
Por correio eletrônico

✉ *A CH já publicou, em muitas ocasiões (não indicamos as referências aqui porque a lista seria extensa), textos que abordam a questão do uso de agrotóxicos, e continua interessada no tema.*

Bastões de luz I

Lemos a reportagem sobre o material tóxico descartado por barcos de pesca nas praias do Brasil (CH 257) e lembramos imediatamente do trabalho que uma ONG faz aqui na Bahia. Os bastões de luz (*lightsticks*) aparecem por aqui aos milhares, e a Global Garbage espalhou por todo lado cartazes alertando sobre o perigo que representam. O óleo que vem dentro dos bastões era usado para todos os fins, inclusive para dores de reumatismo. Há anos as pessoas usam esse veneno sem saber o que é. A equipe da Global Garbage percorre quilômetros de praia reco-



lhendo lixo 'estrangeiro' descartado pelos navios e depois leva esse lixo às embai-xadas para que criem regras e multas para seus navios. Somos parceiros deles com orgulho, como um ponto de apoio entre Itacaré e a ilha de Itaparica. Estamos em Cacha-Pregos, onde o lixo marinho do mundo inteiro 'desova'. Bem oportuno o artigo. Nosso trabalho aqui está na internet (www.cantoecologico.org).

Carlos, Gabi e Mel Feijó
Cacha-Pregos, BA

Bastões de luz II

Parabéns pela reportagem sobre os atratores luminosos. Assunto muito interessante e relevante. Revela que não apenas animais marinhos são vítimas do abandono de lixo no mar, mas pessoas também. Os pescadores que usam esses bastões de luz provavelmente nem têm consciência do dano que causam. Faz lembrar a história do césio 137, ocorrida em Goiânia (GO), em que a ignorância e o descaso com resíduos perigosos levaram a muitas mortes. O caso dos atratores, porém, é mais sutil, pois em pequenas doses o seu conteúdo pode estar causando mortes silenciosamente.

Andréa de Lima Oliveira
São Paulo, SP

Bastões de luz III

Queremos parabenizá-los pela maravilhosa matéria sobre os *lightsticks*. Somos ambientalistas, do grupo ecológico Sementes do Viver, moramos na ilha de Itaparica (BA), realizamos vários trabalhos de conscientização sobre a preservação do nosso planeta e lutamos pela preservação da vida. Já divulgamos muito a questão desse material tão perigoso, que frequentemente encontramos em nossas praias. Nossa comunidade (nativos, pescadores) está bastante atenta a esse perigo. Acreditamos que somente com a educação conseguiremos construir um mundo melhor.

Ana Cristina Brandes
Ilha de Itaparica, BA

Erro em artigo

Inicialmente quero dizer que sou assinante (e leitor assíduo) de longa data da revista. Sempre considerei a CH um oásis no meio do deserto estéril do baixo nível geral das

Correção

• No artigo 'Radiografia da moralidade' (CH nº 260, p. 72), estão trocadas as legendas das figuras das páginas 73 e 74 (frontispícios de dois livros de Adam Smith).

publicações pretensamente similares. Sempre a considere (e considero) um exemplo de sucesso, sobrevivendo num mercado tão difícil (apesar de vir fazendo algumas concessões ao longo do tempo, visivelmente para ampliar o seu público). Quero, porém, manifestar minha frustração com a matéria sobre Galileu (CH 256). Matéria de capa, sobre um dos pais da astronomia, no Ano Internacional da Astronomia. Texto confuso e mal escrito, inferior ao que se tem lido em suplementos de ciência nos jornais. E com erros crassos (de revisão, quero crer), como logo no primeiro parágrafo, na página 19, onde Copérnico é citado como defensor da tese "que situava a Terra no centro do universo então conhecido". De qualquer forma, com todo respeito ao pesquisador da área de humanas que se dedicou a escrever o texto, acho que estudiosos da área de física, preferencialmente de astronomia, mereciam ser escolhidos (e convidados) para escrever este texto (...).

Roberto Cunha de Carvalho
Por correio eletrônico

✉ *O erro apontado, de fato, não foi do autor do artigo, mas da edição do texto realizada na revista, e publicamos uma correção na CH 257. Esclarecemos que o autor é especialista em história e filosofia da ciência, com doutorado na Universidade de Paris VII e quatro pós-doutorados na mesma área.*

Av. Venceslau Brás, 71
fundos • casa 27
CEP 22290-140
Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:

cienciahoje@cienciahoje.org.br

Sumiço real

Marco Moriconi

Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense
moriconi@cienciahoje.org.br



Três amigos estão participando de uma conferência e resolvem dividir um quarto de hotel por uma noite. A diária da suíte presidencial, o famoso quarto 1001, custa R\$ 30 (de tão barato, deve ser subsidiado...). É um negócio tão bom que eles decidem pagar adiantado, e cada um dá R\$ 10.

No dia seguinte, o gerente percebe que havia mais um desconto a ser dado e que a diária era, na verdade, de R\$ 25. Assim, ele chama um estafeta e diz ao rapaz: “Vá ao quarto 1001 e devolva esses R\$ 5” para os hóspedes – afinal, o gerente não queria causar uma má impressão com os financiadores do encontro.

No caminho para o quarto, o estafeta começa a pensar: “Espera um pouco; se eu der R\$ 1 para cada um dos hóspedes, eles vão ficar contentes, pois cada um terá pagado R\$ 9 pelo quarto... Assim, o hotel fica com os R\$ 25, e eu fico com os R\$ 2 que sobram. Maravilha!”. Muito bem, prosseguiu o estafeta, até se dar conta de um mistério: se cada um dos participantes pagou R\$ 9, e ele ficou com R\$ 2, o total é $3 \times \text{R\$ } 9 + \text{R\$ } 2 = \text{R\$ } 29...$

“Mas eles deram R\$ 30! O que aconteceu com R\$ 1? Sumiu?”, pergunta-se o rapaz.

Claro que dinheiro não pode sumir assim, de uma hora para a outra – bem, a menos que seja algum tipo de investimento maluco, como o ‘inventado’ recentemente por um investidor norte-americano que ‘sumiu’ com bilhões de dólares de seus clientes. Mas esse não é o tipo de coisa de que estamos falando aqui.

A falha do raciocínio está em misturar quantidades que não podem ser misturadas. Fazemos a contabilidade de maneira simples. No final das contas, cada participante deu R\$ 9; portanto, o total é R\$ 27. O estafeta ficou com R\$ 2. Quanto sobra para o hotel? $\text{R\$ } 27 - \text{R\$ } 2 = \text{R\$ } 25$.

Outra maneira de calcular seria contar o dinheiro a partir do ponto de vista do hotel. Em certo momento, o hotel tinha R\$ 30, deu R\$ 5 para o estafeta, e sobraram R\$ 25 para o hotel. Dos R\$ 5 devolvidos para os hóspedes, R\$ 3 foram para os participantes e R\$ 2 para o bolso do estafeta.

Nenhum real sumiu.

O ‘sumiço’ deu-se porque não podemos somar aqueles R\$ 2 do estafeta ao que os participantes pagaram, pois esses R\$ 2 fazem parte do que está sendo pago.

A contabilidade dá para ser ajustada. Já a honestidade do estafeta...

DESAFIO

Se o estafeta devolver os R\$ 2 para o hotel, os participantes terão pagado R\$ 27, e o hotel terá recebido R\$ 27. Mas não eram R\$ 30 no início? O que aconteceu com os R\$ 3?

SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

O primeiro jogador pode abocanhar um pedaço que deixe apenas uma linha e uma coluna para o adversário (sempre lembrando que essa estratégia vale para o caso de o pedaço ‘envenenado’ estar em um dos quatro vértices do quadrado). Uma vez feito isso, qualquer que seja a jogada do adversário, ela poderá ser repetida pelo primeiro, de forma simétrica: o que o adversário fizer em uma linha (ou coluna), o primeiro pode fazer na linha (ou coluna) restante, ou seja, enquanto o adversário puder jogar, o primeiro também poderá. Até que, em algum momento, o adversário será forçado a comer o quadradinho envenenado.

Crime, violência e territorialidade



Renato Lessa

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Universidade Candido Mendes)

e Universidade Federal Fluminense

rlessa@iuperj.br

Os espaços de uma cidade não são fixados por barreiras e marcadores físicos. São antes constituídos por formas de ocupação e de uso sociais. É essa dimensão da criação social dos espaços que institui a segmentação física da cidade. Todas as cidades, por definição, abrigam dinâmicas nas quais a invenção e a reiteração de usos sociais do espaço estabelecem marcas físicas, mais ou menos permanentes, no desenho urbano. Lembro-me, com frequência, de uma bela e já longínqua aula de Aziz Ab'Saber, ao ar (nem tão) livre da serra de Cubatão, na qual ele dizia algo assim: “A geografia estuda o rebatimento da vida social sobre o espaço territorial”.

Estudiosos importantes da vida urbana, como os norte-americanos Jane Jacobs (1916-2006) e Richard Sennett, ensinaram que o atributo mais importante de uma cidade é a diversidade. Se algo distingue as experiências urbanas das não urbanas é o fato de que as primeiras são marcadas pela simultaneidade de usos sociais dos espaços. Um milharal ou uma plantação de soja, por exemplo, são espaços igualmente sociais, porém monotemáticos. Uma praça pública, ao contrário, enseja utilizações de ordem variada: seu desenho físico não antecipa a quantidade e a qualidade dos usos que pode abrigar. A diversidade urbana, com efeito, é constituída por certa não especialização dos espaços e pela possibilidade sempre aberta de reinventá-los, ainda que suas marcas físicas permaneçam inalteradas.

Na via oposta, há, contudo, dinâmicas sociais que fazem com que os espaços se especializem, com redução do âmbito da diversidade que poderiam conter. Bairros industriais, por exemplo, concebidos a partir

de considerações logísticas, seguem tal padrão. O declínio das atividades econômicas que os sustentam, nesse caso, determinará de modo fatal a degradação do espaço urbano que elas configuraram.

Se pensarmos a experiência do Rio de Janeiro, uma das características mais instigantes da

sociabilidade carioca contemporânea está nos efeitos da criminalidade e da violência na organização e segmentação do espaço da cidade. Parte considerável da vida urbana é controlada por grupos armados que detêm domínio territorial de difícil erradicação. O tema das relações – de oposição, cooperação e complementaridade – entre narcotráfico e milícias, tão evidente nas representações que fazemos da cidade, mais do que revelar os termos de uma ‘guerra’, indica a presença de um padrão de controle territorial fundado no uso da violência e do terror. Traficantes e milicianos são modalidades de uma forma sociológica comum: grupos armados com domínio territorial. Domínio associado ao controle de uma atividade econômica com diversos ‘ramos’: drogas, serviços de segurança, transporte coletivo, gás em bujões, televisão a cabo etc. O produto agregado desse ‘quarto setor’ – o da economia ilegal – não é desprezível, em seu volume de riqueza e em sua capacidade de incorporar ‘trabalhadores’. É o que atestam as legiões de jovens que compõem o exército de reserva do tráfico e a ‘imparável’ fonte de milicianos, advindos das supostas forças da ordem (policías e corpo de bombeiros).

O cenário sociológico dessa ocupação territorial, para além da criminalidade, pode bem ser revelado por expressão cunhada pelo sociólogo alemão Max Weber (1864-1920) e em boa hora exumada pelo francês, também sociólogo, Loïc Wacquant, a de “capitalismo de pilhagem”. São dinâmicas capitalistas à margem da lei, o que não as impede de contar com representantes, ou ao menos simpatizantes, nas esferas legais. O domínio territorial exercido por esses grupos transforma vastos espaços da cidade em campos de pilhagem e predação. Implica desafio ao Estado, supostamente o detentor do monopólio do uso legítimo da força, e ainda inscreve no horizonte de possibilidades da cidade uma imagem apocalíptica, a da territorialidade rígida e segmentada, controlada pelos detentores do monopólio do uso de fato da força, sobre cada uma das parcelas da vida urbana sob seu império.

Mais do que uma questão de segurança pública, a desarticulação dos grupos armados é uma exigência para a viabilidade da cidade democrática. ■

A desarticulação das milícias é uma exigência para a viabilidade da cidade democrática

