# GIÊNCIS hoje

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

258



SB PC

VOL. 43 ABRIL

2009 R\$ 9,95

#### **ASTRONOMIA**

Técnicas aprimoram observação de nosso sistema planetário

#### **PATENTES**

Proteção muito rígida pode ser obstáculo ao desenvolvimento

#### CRISTAIS LÍQUIDOS

Estado 'híbrido' da matéria invade nosso cotidiano

## OFIM DOS DINOSSAUROS

Estamos à beira de uma nova extinção em massa?

#### A caminho da extinção?

Choque de asteroides, atividade vulcânica, alterações bruscas de temperatura, mudança no nível dos mares... Diversas são as teorias que tentam explicar a extinção dos dinossauros e de outras espécies que com eles desapareceram há milhões de anos. Teria sido uma extinção abrupta ou progressiva?

Por décadas cientistas vêm buscando entender o que teria acontecido na Terra dos períodos Jurássico, Triássico ou Cretáceo. E o consenso não aponta para uma única causa, mas para a superposição de diferentes processos com variados níveis de intensidade. Extinções massivas – de dinossauros ou não – estão entre os eventos mais enigmáticos da história do nosso planeta. Os pesquisadores concordam com o fato de que elas ocorrem quando as condições ambientais sofrem alterações rápidas, não dando tempo às espécies de se adaptarem aos diferentes ecossistemas.

Estudos recentes mostram que extinções em massa têm causas muito mais complexas do que se poderia supor. O que se suspeitava há décadas foi confirmado de modo convincente em junho de 2008 por um pesquisador da Universidade de Wisconsin-Madison: a variação do nível dos oceanos, resultante da deriva das placas tectônicas e de alterações do clima, está fortemente relacionada a grandes extinções.

O tema é bem atual, uma vez que, nos últimos 500 anos, mais de mil espécies desapareceram. Os recentes trabalhos trazem à tona uma nova questão: se o nível dos mares continuar a subir por causa do aumento da temperatura média do planeta, o que acontecerá com as formas de vida na Terra? E ainda: estaremos no limiar de uma nova extinção em massa, decorrente de ações humanas?

A redação

INSTITUTO CIÊNCIA HOIE . Organização Social de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua respon-

sabilidade 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* mes tematicos). Mantem intercambio com a revista *Cencia rioy* (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1933, 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

Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPERI)

Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFR)) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFR)) • Roberto Lent (Instituto de Ciências Biomédicas/UFR))

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 (IUPER)) • Ciências Ambientais —
Jean Remy Guimarães (Instituto de Biofísica/UFR)) • 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/UFR))

Editora Executiva • Alicia Ivanissevich; 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, Marcella Huche e Mariana Ferraz; Colaboraram neste número • Henrique Kugler, Isabela Fraga e 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@amperdesign.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.: (oxx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do

SÃO PAULO • Correspondente • Vera Rita Costa (verarita@cienciahoje.

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.: (oxx61) 226-1824/ 9972-0741. Fax: (oxx61) 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 HOIE • 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







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

#### 20 O fim dos dinossauros

Uma extinção em massa, como a que ocorreu com os dinossauros, pode estar a caminho. Nos últimos 500 anos, mais de mil espécies desapareceram, e uma nova extinção massiva talvez decorra de ações humanas.

Por José Antônio de Freitas Pacheco

#### 28 O estado líquido cristalino

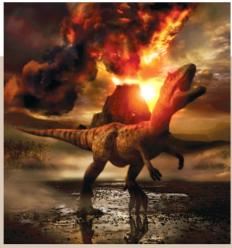
Os chamados cristais líquidos já estão presentes em muitos objetos de nosso dia-a-dia: de visores de relógios e computadores a TVs e telefones celulares. Esse 'quarto estado' da matéria tem papel essencial em nosso organismo.

Por Ricardo C. Pasquali

#### 34 Os corredores de hábitat e a manutenção da biodiversidade

O desmatamento vem reduzindo as florestas a pequenos remanescentes isolados, ameaçando a biodiversidade. Uma solução pode ser a implantação de corredores de hábitat entre esses fragmentos. Por Bruno Cid, Carin Caputo, Verônica Araujo e Adriana Loeser





Capa: Foto Colin Anderson/Getty Images

#### 40 O Sistema Solar e seus corpos extraordinários

A melhoria das técnicas instrumentais tem permitido a descoberta de objetos cada vez menores e distantes do Sistema Solar. Recentes estudos do nosso sistema planetário vêm revelando muito sobre sua gênese e evolução.

Por Daniela Lazzaro



#### 46 Sobre patentes e desenvolvimento

Sistemas de proteção mais rigorosos para patentes começaram a operar em 1994 em países em desenvolvimento.

Mas quais foram as consequências dessa medida?

A proteção pode frear o desenvolvimento brasileiro?

Por Ronaldo Fiani

O LEITOR PERGUNT

- 4 As polpas de frutas congeladas mantêm as propriedades nutricionais das frutas em estado natural?
- 4 Qual o conceito físico de um freio com sistema ABS?
- 5 É possível engravidar depois de realizada a ligadura de trompas?
- 5 Por que os poríferos são classificados como animais?

ENTREVISTA

6 Reinaldo Gonçalves

Trem descarrilado

Economista diz que crise vai ser longa e que o capitalismo está falido

A PROPÓSITO

11 Einstein e o chimpanzé

Associação de genes entre espécies diferentes pode resolver antigos enigmas

MUNDO DE CIÊNCIA

12 A Rainha Vermelha e o Bobo da Corte

Qual desses modelos de Darwin molda a diversidade de seres vivos?

EM DIA

51 Múmias digitalizadas

Museu Nacional produz réplicas em 3D do seu acervo

54 Barragem móvel

Novo sistema é mais eficiente na conservação de canais

56 A nova viagem de Colombo

Exploração do petróleo do pré-sal requer alto investimento em tecnologia

58 Um mal difícil de combater

Cirurgia de redução do estômago pode não ser solução para obesos

60 Rugas ou riscos?

Substância usada em plástica pode ser absorvida e causar inflamação

62 Novos parâmetros para a pobreza

Muitos fatores são necessários para classificar o fenômeno

64 A ciência nos laboratórios da polícia

Banco de dados de DNA ajudará a identificar desaparecidos

66 Violência familiar

Agressão contra crianças é subnotificada em hospitais de emergência

OPINIÃO

67 Muito além da escuridão

Brasil precisa criar áreas de proteção para recifes de corais de profundidade

FNSAL

70 Desafios ao pedagogo

Disciplina busca superar obstáculos à validação de seu caráter científico

MEMÓRIA

73 O nascimento de uma nova física celeste

Há 400 anos, Kepler publicava sua revolucionária Astronomia Nova

RESENH

76 A magia de Giordano Bruno

Resenha do livro *Tratado da magia*, de Giordano Bruno

CARTA

78

QUAL O PROBLEMA?

79 Kurt é um bom garoto

Qual a pergunta certa a se fazer a um mentiroso eventual?

SOBRE HUMANOS

80 Darwin e a filosofia

Pai da evolução refutou um estilo de pensamento

As polpas de frutas congeladas mantêm as propriedades nutricionais das frutas em estado natural?

CAMILA HELENA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Ocorre hoje um crescente interesse no consumo de frutas e hortaliças, em boa parte devido ao valor nutricional e à redução do risco de desenvolvimento de doenças. A facilidade de uso tem aumentado o interesse dos produtores e dos consumidores nas polpas de frutas congeladas. O processamento da fruta para obtenção de polpa é uma atividade agroindustrial importante, uma vez que minimiza as perdas que podem acontecer durante a comercialização do produto in natura, além de possibilitar o aumento de sua vida útil com manutenção da qualidade.

Em decorrência da elevada instabilidade de vitaminas e pró-vitaminas, o processamento e a estocagem de frutas podem alterar significativamente a composição qualitativa e quantitativa de seus nutrientes. As fibras alimentares presentes nos frutos *in natura* não são substituídas nas polpas congeladas. Na maioria das vezes, o potencial vitamínico para vitamina A é mantido, mas para vitamina C normalmente diminui. Por

outro lado, mesmo congeladas, as polpas de frutas podem ser excelentes fontes de polifenóis (compostos não nutritivos com elevada capacidade antioxidante).

Para que as propriedades nutricionais das polpas de frutas congeladas se mantenham, é necessário que, no armazenamento, não ocorram mudanças bruscas de temperatura. Também é importante que haja uma seleção criteriosa da matéria-prima, com a obtenção das frutas em período de safra, em estado de maturação, e que o processamento seja imediato. Vale ressaltar que a fruta apresenta sua melhor qualidade nutricional quando é consumida madura, em período de safra, recém-colhida e *in natura*.

Renata Polinati e Eliane Fialho

Instituto de Nutrição, Universidade Federal do Rio de Janeiro



#### Qual o conceito físico de um freio com sistema ABS?

RONALD MARQUES, POR CORREIO ELETRÔNICO

O sistema de freio com ABS (do inglês, Anti-lock Braking System) baseia-se no conceito físico de atrito estático e atrito cinético. A física mostra que a força de atrito estática é maior que a força de atrito cinética. Isso significa que é preciso, por exemplo, aplicar uma força maior para começar a 'arrastar uma mesa' do que para mantê-la em movimento (Faça o teste!). Isso ocorre porque, antes de a mesa começar a se movimentar, a velocidade entre a superfície de contato (os pés da mesa) e o solo é nula, e a força de atrito entre elas é a estática. Quando a mesa começa a se mover, a velocidade entre as superfícies de contato deixa de ser nula e, consequentemente, a força de atrito entre elas passa a ser cinética.

O pneu de um veículo em movimento sobre uma pista gira sem deslizar. Dessa forma, a região do pneu em contato com o solo possui velocidade nula, e a força de atrito entre o pneu e o solo é a estática. Em uma frenagem brusca com um sistema de freios convencional, o pneu pode ser travado pelo freio e começar a deslizar. Assim, a força de atrito estática entre o pneu e o solo se torna uma força de atrito cinética, fazendo com que o veículo não responda mais a uma tentativa de mudança de trajetória, por exemplo.

O sistema de freio com ABS mede constantemente a velocidade das rodas do veículo durante a frenagem, reduzindo a aplicação do freio na roda que apresentar travamento. Tal ação maximiza a força de frenagem por garantir que a força de atrito entre o pneu e o solo se mantém na condição estática.



Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais





a ligadura de trompas?

FLÁVIA CORREIA, POR CORREIO ELETRÔNICO

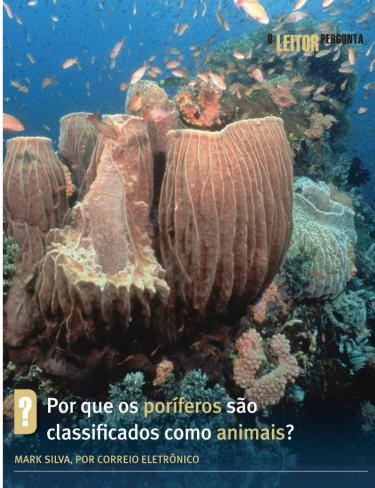
É possível, sim, engravidar depois de realizar a ligadura de trompa, também conhecida como laqueadura tubária. Nenhum método contraceptivo tem eficácia de 100%. A ligadura das trompas é um dos métodos mais eficazes de contracepção permanente, escolha feita por mulheres que não desejam - ou não podem - ter mais filhos. A efetividade da cirurgia depende de alguns fatores como, por exemplo, se as trompas foram bloqueadas e qual a técnica usada para esse bloqueio.

A gravidez pode ocorrer após a cirurgia devido a uma recanalização espontânea das trompas ou por algum processo que provoque uma abertura anormal nas trompas, possibilitando o encontro do óvulo com o espermatozoide. Os riscos de falha na esterilização são mais frequentes em mulheres jovens, por apresentarem fertilidade maior do que as mais idosas. Depois do primeiro ano, a eficácia do método é de 0,5 por 100 mulheres, ou seja, um caso de gravidez em cada 200 mulheres que realizam o procedimento.

Em caso de arrependimento da paciente, a cirurgia pode ser reversível, se ela se submeter à recanalização tubária por meio de técnica microcirúrgica ou realizar procedimentos de reprodução assistida.

#### Márcio Vilela

Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais



Não foi, de fato, um caminho fácil encontrar a classificação mais adequada para as esponjas. O primeiro registro de esponjas (ou poríferos), datado de 350 a.C., encontra-se no tratado sobre classificação escrito por Aristóteles, na Grécia.

Inicialmente, foram consideradas plantas, pois não se compreendia ainda sua anatomia e fisiologia. No final do século 18, importantes naturalistas, como Lineu (1707-1778) e Lamarck (1744-1829), classificaram as esponjas como zoophyta (animais-plantas) ou pólipos (semelhantes a cnidários). Foi o naturalista inglês Robert Edmond Grant (1793-1874) que, em 1836, criou o nome porifera (pela marcante presença de poros em sua superfície).

A posição de filo foi aceita apenas no início do século 20. A descoberta do fluxo de água através de seus canais inalantes e exalantes tornou claro seu modo de nutrição: filtração de partículas em suspensão na água, caracterizando-se como organismo heterotrófico, ou seja, que não produz seu próprio alimento. Mais recentemente, dados de biologia molecular também confirmaram essa posição do filo porifera. Entre eles, pode-se citar a presença de genes envolvidos no processo de morfogênese, células de adesão (que promovem a ligação célula-célula e célula-matriz) e colágeno (proteína exclusiva dos animais).

Ainda hoje, muitos pesquisadores dedicam-se à descoberta de características que ajudem a esclarecer as relações de parentesco desse interessante grupo de organismos.

Suzi Meneses Ribeiro

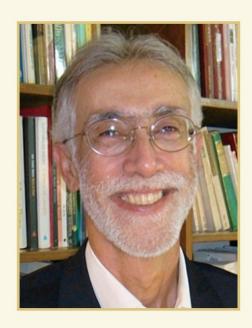
Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro

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

**CORREIO ELETRÔNICO:** 

cienciahoje@cienciahoje.org.br

#### TREM DESCARRILADO



Bancos quebrando, bolsas caindo, famílias perdendo suas casas - essas têm sido cenas comuns no último ano por conta da crise financeira deflagrada nos Estados Unidos. O que começou como um problema localizado no sistema financeiro norte-americano, expandiu-se para tomar conta de toda a economia do país e, como consequência, do mundo, dada a importância dos Estados Unidos no mercado global. O Brasil não foi exceção e, a despeito das garantias do governo de que o país estava protegido contra a crise, encontra cada vez mais dificuldades na área econômica. Para o economista Reinaldo Goncalves, do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a situação atual é similar à de um trem no qual os Estados Unidos são a locomotiva. Como ela descarrilou, levou os outros países, sublocomativas e vagões, para fora dos trilhos também.

Conselheiro Titular do Conselho Regional de Economia do Rio de Janeiro e ganhador do prêmio Personalidade Econômica do Ano de 2004, Gonçalves não mede palavras para criticar a situação atual, que, em sua opinião, demonstra a falência do capitalismo, um sistema instável e perverso, bem como do liberalismo, modelo que prega uma crescente privatização e desregulamentação. Segundo o economista, os problemas continuarão por um bom tempo, e o Brasil, devido à sua grande vulnerabilidade, fruto dos erros da política econômica do governo, deve permanecer em dificuldades por um período maior do que outros países. "A crise vai ser longa e a locomotiva vai ficar descarrilada por muito tempo", adverte nesta entrevista.

## Reinaldo Gonçalves

**Fred Furtado** 

Ciência Hoje/RJ

#### É possível explicar a crise em termos simples? O que aconteceu?

A crise tem origem na locomotiva do sistema econômico internacional – os Estados Unidos. Eles respondem por aproximadamente 20% da produção e da renda do mundo. Ao longo dos últimos anos, a economia norte-americana cresceu, em grande parte, estimulada pelo crédito para a compra de imóveis, na forma de hipotecas, e para consumidores em geral. Paralelamente, houve dois fenômenos importantes – inclusive como determinantes da expansão do crédito –, entre 2001 e 2004, a redução da taxa de juros e a maior desregulamentação do sistema financeiro. As autoridades monetárias dos Estados Unidos

foram diminuindo o controle sobre as instituições financeiras, que passaram a emprestar recursos de forma cada vez mais irresponsável: para indivíduos e empresas que não tinham capacidade de endividamento. A crise deriva do fato de que essas pessoas e companhias não conseguiram mais pagar suas dívidas, especialmente as hipotecas de suas casas. Com isso, aumentou a inadimplência, o calote, principalmente associado à compra de imóveis; as

instituições financeiras que haviam emprestado os recursos tiveram problemas de liquidez - como não entrava dinheiro, não podiam continuar emprestando – e solvência: não tinham capacidade de pagar os juros dos investimentos, nem o principal, o capital de quem havia feito os depósitos e as aplicações. Em 2007, a crise eclodiu e quebrou o sistema financeiro, pois os indivíduos não pagavam as instituições hipotecárias, que, por sua vez, não pagavam os bancos. No meio disso, havia as seguradoras, que garantiam os financiamentos. O problema é que o número de sinistros aumentou e o patrimônio das seguradoras, seja das públicas quanto das privadas, não deu conta. Então houve uma falência generalizada do sistema financeiro norte-americano, que nós, economistas, chamamos de uma crise sistêmica. Os empréstimos acabaram e o setor real da economia sofreu as consequências, pois não há recursos para gerar a produção e os consumidores não são capazes de fazer compras a prazo. Ou seja, há uma crise financeira e uma real, a qual se manifesta pela queda do consumo, de investimento, renda, desemprego e, então, pela recessão. Ambas as crises são graves.

#### Por que uma crise nos Estados Unidos afeta o mundo todo?

Pela força da locomotiva norte-americana e pelo fenômeno de globalização financeira, ou seja, há uma interdependência das instituições financeiras de todos os continentes. Por isso, quando o sistema central entra em crise profunda, isso repercute no mundo todo e gera uma crise global. Quando a locomotiva descarrila, ela joga para fora dos trilhos as sublocomotivas – Alemanha, França, Japão; os vagões de primeira classe, como China; de segunda classe, como Índia e Coreia do Sul; de terceira classe, como Rússia ou Irlanda; e os de quarta classe, como Brasil, México e os outros países mais fracos.

#### A crise é realmente um duro golpe no modelo capitalista ou pelo menos no que se costuma chamar de liberalismo?

Sem dúvida alguma. A questão central dessa crise é que ela revela duas enormes deficiências hoje: a instabilidade intrínseca do capitalismo, um sistema

O capitalismo mostra o lado irracional da nossa espécie e, em algum momento, terá que ser substituído por um sistema econômico que funcione a favor das pessoas e não contra elas

baseado no acúmulo de capital e movido pela geração de lucro, e a fragilidade provocada pelo liberalismo, que guiou as privatizações e a desregulamentação do sistema financeiro. Esta crise, assim como as anteriores, mostra que o liberalismo torna o capitalismo ainda mais instável e perverso, com efeitos mais nefastos.

#### Mas o capitalismo sem o liberalismo funciona?

Não, o ser humano ainda tem que inventar um sistema que seja menos perverso, mais eficaz, com menos custo para a humanidade. O capitalismo mostra o lado irracional da nossa espécie e, em algum momento, terá que ser substituído por um sistema econômico que funcione a favor das pessoas e não contra elas.

#### Parte das soluções encontradas pelos países desenvolvidos envolve uma maior intervenção do Estado na economia. Isso é bom?

Na realidade, essas intervenções do Estado refletem um 'salvacionismo', uma operação de resgate do setor privado. Isso tem sido a história do capitalismo – toda vez que o capital privado se vê numa situação de perigo grave, ele recorre ao Estado. O capital privado tem uma conduta irresponsável, como um sujeito que não sabe nadar e entra no mar: ele fica brincando, abusando da sorte e, quando a maré muda e vê que vai se afogar, recorre aos salva-vidas. O padrão de intervenção hoje não é o ideal, pois ele significa, na prática, a socialização do prejuízo para o

#### **ENTREVISTA**

conjunto da sociedade. Assim, essa é uma má intervenção. O que está acontecendo agora, principalmente nos Estados Unidos, é que o Estado ajuda as empresas, mas não detém o controle sobre elas e, mesmo que o tenha inicialmente, a ideia é retornar a empresa saneada com recursos públicos para o setor privado. Para superar as deficiências do sistema econômico, é necessário outro tipo de ação, com planejamento e com propriedade direta do Estado dos principais meios de produção.

#### Mas se não houvesse esse salvacionismo, a situação não ficaria pior?

Certamente ficaria. Como diz o ditado: dos males, o menor. O salvacionismo é necessário, mas não podemos nos iludir – é uma operação de resgate do grande capital, que ocorre, na maior parte dos países, em detrimento do trabalhador. Geralmente, esse movimento vem acompanhado, como no caso do Brasil, de pressões fortes de flexibilização do mercado de trabalho, que eliminam os direitos conquistados com o tempo. O salvacionismo não é a solução justa, ideal e permanente para os problemas de crise econômica do capitalismo.

#### E qual seria a solução?

Seria criar economias mistas, onde se tem um planejamento forte e uma intervenção do Estado controlando diretamente setores estratégicos da economia, como o financeiro, de saúde, educação e infraestrutura. Nesses casos, se o Estado não for o único produtor, ele deve ser o dominante.

O padrão de intervenção estatal hoje não é o ideal, pois ele significa, na prática, a socialização do prejuízo para o conjunto da sociedade

#### Isso não vai contra o movimento de diminuição do Estado, que prega que um setor público grande é ineficiente?

Sim, mas esse movimento é uma marcha de insensatez. A história da humanidade nos últimos 200 anos mostrou que se devem regular mercados estratégicos – capital, recursos naturais, cultura, trabalho. O liberalismo desregulou essas áreas, tornando o sistema econômico ainda mais frágil. Temos que voltar a um aparato regulatório bastante significativo nesses mercados, temos que retomar o planejamento de forma a canalizar o excedente econômico para propósitos sociais evidentes e sinalizar as trajetórias a serem percorridas pelo setor privado. A

segunda perna desse modelo seria o poder público ter intervenção direta nas áreas em que o processo de acumulação não pode seguir a lógica do capital privado.

## Mas, no caso da Petrobras, que segue o modelo que o senhor apresenta, essa participação do Estado não torna a empresa uma extensão do governo? Seu comportamento varia de estatal para privado de acordo com a conveniência, como no caso da estabilidade do preço da gasolina em relação à variação do barril de petróleo.

Esse exemplo da Petrobras é importante. O problema é o alto custo operacional dessa empresa e os desvios que acontecem. Isso tem a ver com a qualidade do grupo dirigente. Logo, a terceira perna de um grupo de propostas para o Brasil envolve a mudança desses grupos. Se tivermos dirigentes de baixa qualidade, que é o que temos hoje, jamais conseguiremos sair dessa trajetória de instabilidade e crise.

## Já começaram a aparecer também medidas vistas como protecionistas. Como ficará o cenário comercial contemporâneo, que conta com organismos como a Organização Mundial do Comércio (OMC) e caminhava no sentido de diminuir o protecionismo, nessa nova realidade?

Um dos efeitos da crise econômica é aumentar o protecionismo, é a situação do 'farinha pouca, meu pirão primeiro'. O país não consegue vender para si próprio, então tenta o mercado externo, ao mesmo tempo em que procura impedir que outros vendam para ele. Isso é perfeitamente natural, sempre aconteceu e vai continuar. A Argentina está se protegendo, mas o Brasil, infelizmente, não, devido a erros e equívocos do governo [do presidente Luís Inácio] Lula [da Silva]. Os norte-americanos fazem muito bem em se proteger, porque assim compram mercadorias dentro de seu país. Com isso, geram mais rapidamente renda e emprego e recolocam a locomotiva nos trilhos de maneira mais rápida do que conseguiriam sem o protecionismo. Quando sua economia se recupera, ela puxa as outras, fazendo o trem andar de novo. Ou seja, o protecionismo é um guindaste auxiliar para a economia norte-americana e deve ser usado, sim, por ela e por todos. Tolos e medíocres são os governantes que não fazem isso em uma situação de crise como a que estamos vivendo.

#### Mas o que acontece quando essas medidas são contestadas?

Absolutamente nada. A OMC já é uma instituição frágil em uma situação de normalidade. Em uma crise, ela não tem qualquer legitimidade para questionar esse tipo de coisa, mesmo porque, do ponto de vista jurídico institucional, um país pode usar o mecanis-

mo de salvaguardas. O presidente norte-americano Barack] Obama pode alegar que está com um buraco muito grande nas contas externas e públicas, bem como com uma taxa de desemprego muito alta e por isso precisa proteger sua economia temporariamente por meio de salvaguardas, como barreiras tarifárias e não tarifárias.

#### Alguns dizem que a crise destronou os Estados Unidos de sua posição hegemônica. Isso não é um exagero? Qual o real efeito sobre os Estados Unidos?

Sem dúvida alguma, a crise fragiliza em muito os Estados Unidos, tanto do ponto de vista econômico quanto em relação à sua projeção internacional. No entanto, no horizonte previsível, ou seja, na próxima geração, não existe nenhuma sublocomotiva suficientemente forte para ocupar o lugar deles. Além disso, na esfera militar, essa crise não afeta de maneira alguma o poderio dos norte-americanos, tampouco na esfera social, onde o modo de vida dos Estados Unidos continua penetrando fortemente o mundo todo. Poder é a probabilidade de realizar a própria vontade independentemente da vontade alheia, é algo relacional. Se uma nação perde poder, mas seus rivais perdem mais, então ela está na verdade mais forte. Minha hipótese é que os mecanismos de ajuste implementados nos Estados Unidos agora farão com que o país seja um dos que mais rapidamente sairão da crise e que terão menos perdas com ela. Acredito que a crise durará muito tempo, uma década, mas não haverá uma perda relativa dos Estados Unidos, porque outras nações também perderão e até mais que os norte-americanos. O Brasil, por exemplo, ficará mais tempo na crise. Será uma situação similar à da 'síndrome da década perdida'. Se observarmos a crise do final dos anos 70 e início dos 80, os Estados Unidos entraram nela em 1979 e saíram em 1982. O Brasil foi pego na crise em 1980 e perdeu cerca de três décadas.

#### No início da crise, o presidente disse que o país não seria afetado, mas cada vez mais sentimos os efeitos. Pelo que o senhor está dizendo, a situação será ainda pior.

Deixando de lado a mediocridade analítica existente no Brasil, seja da oposição conservadora, seja do governo, o fato é que analistas independentes – é bem verdade que uma minoria – sempre disseram que a blindagem do nosso país era de papel crepom. O governo Lula vem aprofundando um modelo iniciado pelo [ex-presidente José] Sarney e avançado pelo [ex-presidente] Fernando Henrique [Cardoso] chamado de liberal periférico. Ele é caracterizado por liberalização, desregulamentação e privatização, e causa mais vulnerabilidade externa e mais fragilidade. Demonstrei isso em dois livros meus, um, chamado Herança e ruptura, criticando implacavelmente o governo Fernando Henrique, e ou-

O protecionismo é um guindaste auxiliar para a economia norte-americana e deve ser usado, sim, por ela e por todos

tro sobre o atual governo, chamado *A economia* política do governo Lula, escrito em parceria com [o economista] Luiz Filgueiras. Mostramos que as políticas desses dois presidentes vêm reduzindo a capacidade do Brasil de resistir a crises externas. Além disso, em 2009, enquanto a China e a Índia, por exemplo, desaceleram para um crescimento de 6% e 4%, respectivamente, o Brasil vai ter um crescimento de 1% a 1,5%, ou seja, o aumento da renda *per capita* será negativo ou nulo.

#### Uma parte desses problemas seria derivada de pânico ou medo? Na verdade, o efeito não seria grande, mas as instituições reagem como se fosse.

Não no Brasil. A crise de confiança é um problema em outros países, como os Estados Unidos. No nosso caso a vulnerabilidade é muito evidente. As relações de cada país com o mundo operam em quatro esferas distintas: comercial, produtiva, tecnológica e financeira. Se olharmos as quatro esferas, perceberemos que o Brasil está mais vulnerável em todas elas. Na comercial, estamos cada vez mais dependentes de commodities. Inclusive, a política externa do governo Lula está equivocada, porque está focada fundamentalmente no acesso a mercados de produtos agrícolas. Isso está levando a uma reprimarização das nossas exportações, fazendo o país andar para trás. Assim, ficamos muito frágeis, já que em uma crise, o preço das commodities despenca. Nossa balança comercial está se deteriorando aceleradamente, muito mais do que a média das outras nações em desenvolvimento. Na esfera produtiva, temos um dos aparelhos produtivos mais desnacionalizados do mundo, ou seja, sob controle de estrangeiros. Na esfera tecnológica, percebemos que a área de ciência e tecnologia do país fica cada vez mais atrasada. A UFRJ está pior hoje do que há oito ou 10 anos. Pode-se perceber uma degradação institucional e uma gestão de má qualidade. Há um processo de fragmentação que enfraquece as unidades, além de uma subida ao poder acintosa do baixo clero. Finalmente, na área financeira, temos uma vulnerabilidade enorme. Fomos o país com a maior desvalorização cambial no segundo semestre de 2008. Isso ocorreu porque nossa moeda é uma das mais fracas do planeta.

#### Pode-se dizer que a crise está dando novo fôlego ao movimento sindical?

Há duas situações que podem acontecer. Com a crise, os Estados, para manter legitimidade, precisam abrir espaço na arena política para forças progressistas, leia-se, os trabalhadores. Isso é muito evidente na Europa e mesmo no Brasil, na década de 1930, quando o governo autoritário de Getúlio Vargas precisou se legitimar. Na outra situação, diametralmente oposta, o Estado, para executar suas políticas e obter mais apoio dos setores dominantes, precisa fragilizar as classes trabalhadoras por mecanismos de cooptação, corrupção ou repressão - é isso que está acontecendo no país. Grupos dirigentes foram cooptados pelo grande capital, no nosso caso, o agronegócio, os grandes bancos e as empreiteiras, e ao mesmo tempo não têm vontade política de realizar mudanças. Na realidade, a política do governo Lula é de conciliação, de reforma, mas sem mudanças estruturais. Para se manter no poder, fazem um jogo de alianças políticas que dá espaço para as forças mais retrógradas.

Pode ser que depois de muitos, muitos e muitos anos de crise no capitalismo central, com reflexo na periferia, haja um redirecionamento no sentido de mudanças profundas nesse sistema

O senhor disse que a cooptação do movimento sindical permite a flexibilização dos direitos trabalhistas, mas as empresas afirmam que, sem isso, não seriam capazes de manter sua saúde financeira no cenário atual.

Um dos aspectos importantes para sair da crise é o aumento da produtividade, a redução de custos. Por isso, o Estado tem que intervir e induzir o setor privado a investir, inovar e aumentar a produtividade, ou seja, ter uma política pró-ativa de reação à crise. A demissão, o ajuste passivo à crise, é a saída que também interessa ao capital. Quando o capital está 'subindo a ladeira', tendo lucros extraordinários, ele não repassa isso para o trabalhador. Na hora da 'descida', o trabalhador paga sendo demitido. Se for uma propriedade pública, há um processo constante, no qual, durante a 'subida', o lucro é usado com propósitos sociais e, ao se 'descer a ladeira', não há transferência de prejuízo para o trabalhador. Reduz-se o custo aumentando a produtividade e não cortando salários. O Estado tem que cobrar um ajuste ativo à crise impondo condições. Nos Estados Unidos, o governo Obama está dando dinheiro para os bancos, por meio da compra de ações, mas está impondo a condição de que eles emprestem esses recursos. Já o governo Lula deu dinheiro para as montadoras, que são multinacionais. Por que ele não impôs como condição o aumento de emprego, a expansão etc.? Depois não adianta reclamar.

#### Neste momento de crise, o que significa para o país a fusão do Unibanco com o Itaú?

A crise é um dos fatores que leva à concentração e centralização dos capitais. No Brasil, assim como nos Estados Unidos, isso está acontecendo. Essa fusão do Unibanco com o Itaú – é preciso ser muito ingênuo para achar que ela é fruto de um processo de negociação que vinha lá de trás – mostrou que o sistema financeiro brasileiro é uma caixa-preta. Se o sistema norte-americano já é, imagine o nosso, cujo sistema regulatório é mais frágil. O que houve foi um mecanismo de autoproteção: dois blocos de capitais se uniram, com o mais fraco sendo adquirido pelo mais forte. Já no caso da participação – por meio da compra de ações – no banco Votorantim pelo Banco

do Brasil, o que se vê é o governo federal resgatando o setor privado com dinheiro público. Observe que, nesse processo, o trabalhador não tem qualquer benefício direto. Essa fusão entre o Unibanco e o Itaú certamente levará a uma onda de demissões de bancários.

#### Então não há esperança?

A crise vai ser longa e a locomotiva vai ficar descarrilada por muito tempo, algo como a do Japão, que começou em 1991. Naquela época, eles usaram boa parte das medidas que os Estados Unidos estão adotando agora e o Japão teve desde então um desempenho medíocre da economia.

#### Sairemos da crise com mais sabedoria?

Não tenho virtudes teologais: nem fé, nem esperança, nem caridade. Por isso, não acredito na sensatez do ser humano. Pode ser que depois de muitos, muitos e muitos anos de crise no capitalismo central, com reflexo na periferia, haja um redirecionamento no sentido de mudanças profundas nesse sistema. Contudo, as medidas anunciadas pelo governo Obama não apontam na direção de mudanças profundas. Acho que ele não tem vontade política ou capacidade, não apenas pessoal, mas do ponto de vista da correlação de forças nos Estados Unidos. Lá, os conservadores ainda têm muita força e podem inibir alterações mais significativas. Se ocorrerem mudanças, elas mais provavelmente acontecerão na Europa ocidental.

#### Einstein e o chimpanzé

#### Franklin Rumjanek

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



A s principais empresas que atuam na área de sequenciamento de DNA preveem para 2013 a realização do genoma inteiro dos humanos em apenas três minutos. Esse número impressiona se considerarmos que o genoma humano publicado em 2001 consumiu cerca de 10 anos de trabalho intenso, envolvendo muitos laboratórios nessa empreitada. Assim, dentro de talvez mais uma década, teremos aumentado em milhões de vezes a eficiência e a rapidez do processo e diminuído em ordem de grandeza semelhante o custo dessas análises.

Tal perspectiva valida alguns filmes de ficção científica, como, por exemplo, o presciente GATACA, cujo enredo focava a realização instantânea da identificação genômica de empregados de uma agência espacial e as implicações que tal análise teria para a sociedade.

Neste momento, o poder informativo dos resultados já existentes sobre os genomas de diversas espécies é de tal monta que definitivamente há mais dados disponíveis do que interpretações. A inundação de resultados vai ocupar os cientistas por muito tempo, mas já há algumas indagações interessantes. Uma preocupação que agora preenche a mente de muitos grupos experimentais é a busca do que nos torna humanos, do ponto de vista do DNA. É uma pergunta instigante, para a qual, infelizmente, ainda não há uma resposta precisa.

Esperava-se que a comparação entre o genoma humano e o do chimpanzé, a espécie mais próxima de nós, revelasse qual é a assinatura genômica dos humanos. Como os genomas são muito parecidos, as relativamente poucas diferenças seriam fáceis de detectar. Com essa informação, seria possível então determinar quais genes estariam funcionalmente envolvidos e deduzir como é o processo bioquímico de humanização. Entretanto, entre as pistas levantadas, somente algumas diferenças notáveis surgiram como possíveis responsáveis pela diferença entre chimpanzés e o *Homo sapiens*.

Aqui um gene associado à linguagem, ali outro gene que pode ter determinado o volume do cérebro, acolá um gene com mais cópias nos humanos do que nos chimpanzés e também um RNA que parece ter evoluído mais rapidamente que outros, além de mais um punhado de candidatos ao papel de diferenciador-mestre. Segue o mistério, portanto.

A missão de encontrar o gene humanizador com base em simples diferenças vai ficar ainda mais difícil,

segundo os cientistas, porque nós, humanos, acumulamos ao longo do tempo muitas mutações que introduzem no genoma sequências distintas dos outros primatas, mas que não teriam contribuído positivamente para a evolução da espécie. Essas mutações teriam sido preservadas graças à cultura. Isto é, tendo adotado o uso de roupas, abrigos e ferramentas, o H. sapiens teria conseguido afrouxar a intensidade da pressão seletiva e estaria menos susceptível aos controles normalmente impostos pelo ambiente sobre as outras espécies.

Se um gene escapa dessa pressão, ele pode começar a acumular mutações que somente são toleradas porque não afetam a sobrevivência do indivíduo e acabam sendo transmitidas para os descendentes. Em outras espécies, as mutações deletérias teriam sido eliminadas ao longo das gerações. Assim, a simples comparação

entre as sequências de DNA de chimpanzés e humanos pode estar apenas destacando diferenças que não necessariamente apontarão quais estão diretamente correlacionadas com as trajetórias evolutivas individuais.

Mas, pensando bem, tal busca pode ser iguaO que talvez valha a pena investigar entre chimpanzés e humanos é como se dá a associação entre os genes nas duas espécies

lada à tentativa que de fato ocorreu no passado para descobrir que diferenças havia entre o cérebro de Einstein e dos outros mortais. Essa pesquisa limitou-se a características anatômicas e, é claro, não foi, nem poderia ter sido, conclusiva. Mesmo que o genoma de Einstein fosse comparado ao de outras pessoas, dificilmente se encontraria nele um gene diferente ou mais expresso que os demais.

Seguramente o que distingue os cérebros privilegiados dos gênios é a associação que ocorre entre os seus neurônios. De forma análoga, o que talvez valha a pena investigar entre chimpanzés e humanos é como se dá a associação entre os genes nas duas espécies. Essa é uma tarefa monumental, mas, assim como o sequenciamento de DNA progrediu, podemos imaginar que os futuros informatas elaborarão programas que consigam finalmente decifrar o enigma.

#### A Rainha Vermelha e o Bobo da Corte

Em 1859, Charles Darwin, um dos idealizadores da teoria da evolução por seleção natural, publicou seu livro mais famoso, A origem das espécies. Para esse naturalista inglês, explicar a multiplicação das espécies - segundo ele, "o mistério dos mistérios" - era um desafio. Como parte das comemorações pelo bicentenário do nascimento de Darwin, o prestigioso periódico científico Science (v. 323, pp. 728-751, 2009) trouxe uma seção especial de artigos que reveem diferentes aspectos do que conhecemos hoje sobre a especiação, o processo que levou à formação de tantas espécies

de seres vivos. Em um dos

trabalhos, dois modelos,

o da Rainha Vermelha

e o do Bobo da Corte,

são confrontados. Qual deles

a diversidade de seres vivos?

é o responsável por moldar

reve contexto histórico. A teoria da evolução por seleção natural – talvez, a mais influente de todas as teorias científicas – foi criada pelos britânicos Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913). Um primeiro esboço geral dessa teoria foi divulgado em 1º de julho de 1858, em uma reunião da Sociedade Lineana de Londres. No ano seguinte, Darwin publicaria mais detalhes em seu mais famoso livro, *A origem das espécies*, versão abreviada e simplificada de um manuscrito inacabado.

E a biologia e o mundo nunca mais seriam os mesmos.

Ao contrário do que o título possa sugerir, A origem das espécies não resolveu de todo o problema da multiplicação das espécies ou especiação (como uma população dá origem a duas ou mais populações evolutivamente divergentes). O melhor que Darwin fez foi insinuar possibilidades, a partir das quais esse e outros aspectos do darwinismo (corpo de conhecimento estruturado em torno da evolução por seleção natural, teoria que vê as mudanças na composição de populações como resultado de diferenças no sucesso reprodutivo de seus integrantes) vêm sendo explorados por seus sucessores.

Primeiro, o darwinismo original teve de se livrar dos resquícios do lamarckismo (teoria evolutiva que levava em conta mecanismos – hoje, desacreditados – como o uso e desuso dos órgãos e a transmissão de caracteres adquiridos), surgindo daí o chamado neodarwinismo. Nas décadas de 1910 e 1920, o darwinismo aproximou-se grada-

tivamente da genética. Nas duas décadas seguintes, com a chamada síntese evolutiva, os padrões macroevolutivos, relacionados ao surgimento de grupos taxonômicos acima do nível de espécie (gêneros, famílias, ordens etc.), passaram a ser vistos como desdobramentos das mesmas forças microevolutivas que atuam no interior de espécies e populações.

E as coisas continuaram mudando. Na década de 1950, as inovações da incipiente genética molecular começaram a ser incorporadas à teoria da evolução. Em seguida, a abordagem molecular encontrou os biólogos de campo (ecólogos, pesquisadores do comportamento animal etc.), e dessa conjunção surgiram inovações importantes, incluindo definições mais rigorosas para vários conceitos da biologia. Atualmente, há quem fale em favor de uma revisão na síntese evolutiva. Mas essa é outra história...

Como parte das comemorações pelo bicentenário e também pelos 150 anos da primeira edição de *A origem das espécies*, a *Science* de 5/2/2009 trouxe uma seção especial com cinco artigos de revisão sobre diferentes aspectos do processo de especiação. Por limitação de espaço, vamos comentar aqui apenas um desses trabalhos, embora a edição como um todo traga algumas das discussões mais efervescentes da biologia evolutiva contemporânea.

O artigo escolhido tem um título peculiar: 'A Rainha Vermelha e o Bobo da Corte: diversidade de espécies e o papel de fatores bióticos e abióticos ao longo do tempo.' Nele, Michael J. Benton, da Universidade de Bristol (Inglaterra), examina até

ILUSTRAÇÃO FERNANDO CHAMARELL

que ponto fatores bióticos (modelo Rainha Vermelha) e fatores abióticos (modelo Bobo da Corte) seriam responsáveis por moldar a diversidade de espécies.

O primeiro modelo, cujo nome faz alusão à Rainha Vermelha, personagem do livro Alice através do espelho, de Lewis Carroll (1832-1898), foi sugerido pelo biólogo norte-americano Leigh Van Valen, em 1973. Segundo esse modelo, as interações entre os seres vivos seriam os principais condutores da mudança evolutiva. É o que ocorre, por exemplo, quando um novo tipo de defesa surge em uma população de presas. Com isso, o surgimento de todo e qualquer tipo de contra-ataque por parte dos predadores passa a ser algo extremamente vantajoso. Não há soluções propriamente definitivas para essas 'corridas armamentistas', pois a evolução de novos tipos de defesa (ou de ataque) produz repercussões que vão e voltam. Assim, a exemplo do que ocorre no livro de Carroll, as espécies estão sempre 'correndo para permanecer no mesmo lugar', isto é, as linhagens mais bem-sucedidas simplesmente persistem, enquanto as outras vão desaparecendo.

O modelo 'Bobo da Corte' [Court Jester, no original em inglês], proposto pelo paleontólogo norteamericano Anthony D. Barnosky, em 2001, ressalta a importância evolutiva das perturbações ambientais promovidas por fatores abióticos, como mudanças climáticas e soerguimento de montanhas. Mais especificamente, a história das linhagens dependeria, em boa medida, de suas respostas às mudanças imprevisíveis que ocorrem no ambiente físico, lembrando o comportamento caprichoso dos bobos da corte dos tempos medievais. Cabe ressaltar, porém, que não há 'corridas armamentistas' entre linhagens de seres vivos e elementos não-vivos do ambiente, pois estes últimos são evolutivamente inertes - fótons de luz e moléculas de água, por



exemplo, não mudam, ao longo do tempo, em função de serem ou não consumidos por seres vivos. Perturbações no ambiente físico podem exigir a evolução de novos níveis de tolerância, mas isso não desencadeia uma sucessão de ajustes mútuos entre seres vivos e elementos não-vivos.

E quem seria, portanto, o grande responsável por moldar a diversidade das espécies, a Rainha Vermelha ou o Bobo da Corte? Na opinião de Benton, os dois modelos não são necessariamente excludentes. Eles apenas parecem operar em escalas (espaciais e temporais) distintas. Assim, enquanto competição, predação e outros fatores bióticos moldariam a evolução no interior de ecossistemas

locais por períodos relativamente curtos de tempo, fatores abióticos, como mudanças climáticas e eventos tectônicos ou oceânicos, poderiam moldar padrões de evolução em larga escala e por milhares ou milhões de anos. Como afirma o autor, resta saber se essa visão pluralista do processo evolutivo vai facilitar o diálogo entre as diferentes escolas de pensamento envolvidas com o estudo da diversidade biológica.

#### Felipe A. P. L. Costa

Biólogo e autor de Ecologia, evolução & o valor das pequenas coisas (2003) e A curva de Keeling e outros processos invisíveis que afetam a vida na Terra (2006)





ECOLOGIA Seca na floresta tropical pode agravar mudanças climáticas no planeta

#### **AMAZÔNIA E AQUECIMENTO GLOBAL**

Um ciclo perverso pode piorar as mudanças climáticas do planeta: o aquecimento global eleva a temperatura das águas do oceano Atlântico Norte  $\rightarrow$  a Amazônia seca  $\rightarrow$  a floresta perde muito carbono  $\rightarrow$  com mais carbono na atmosfera, o aquecimento global aumenta  $\rightarrow$  as águas do Atlântico Norte aquecem... Foi isso que mostrou um estudo recente. E há indícios de que os culpados sejam os mesmos humanos.

Possível resumo de um trabalho que levou pelo menos 30 anos para ser concluído: a Amazônia é extremamente sensível à seca, fato que ficou provado com a grande seca de 2005, causada, segundo os autores, pela elevação da temperatura média das águas do Atlântico Norte. Modelos climáticos indicam que tanto esse aumento anormal de temperatura quanto a consequente seca amazônica são resultados do aquecimento global.

As florestas tropicais do planeta funcionam como um sorvedouro de carbono emitido pela queima dos combustíveis fósseis. Mas isso pode se reverter. Em anos normais, a floresta consome cerca de 2 bilhões de toneladas de gás carbônico; porém, na seca, além de não absorver a quantia acima, ela perde 3 bilhões, principalmente em função das folhas mortas. A conta acima é fácil: 3 bilhões não absorvidos + 2 bilhões lançados = 5 bilhões de toneladas extras de dióxido de carbono na atmosfera, equivalente ao que emitem, por ano, o Japão e a Europa, juntos.

Os pesquisadores mediram o crescimento, a mortalidade e o

nascimento de mais de 100 mil árvores em 100 localidades diferentes na floresta amazônica. E, mesmo em locais em que a seca foi menos severa, as florestas foram afetadas. Se repetidas, as secas na Amazônia acelerarão o aquecimento global e farão futuros eventos de seca ainda mais prejudiciais para a Terra.

#### Reservatório de carbono

A floresta amazônica, com seus 6 milhões de km², representa metade da área ocupada pelas florestas tropicais do mundo. Ela é 25 vezes maior que o Reino Unido. A floresta, que se espalha por nove países, tem um quinto de todas as espécies da Terra, incluindo 10 mil espécies de árvores. É o reservatório para um quinto de toda a biomassa de carbono do planeta.

Nas últimas décadas, as florestas tropicais têm absorvido um quinto do carbono emitido mundialmente pela queima de combustíveis fósseis. "Durante anos, a Amazônia vem ajudando a reduzir a velocidade das mudanças climáticas. Mas confiar nesse 'subsídio' da natureza é extremamente perigoso", disse Oliver Phillips, da Universidade de Leeds (Reino Unido), coordenador do estudo.

Esses resultados foram obtidos pela Rainfor (sigla para Rede Amazônica para Inventários Florestais), projeto internacional que reúne 68 cientistas de 13 países. Do Brasil, fazem parte seis instituições.

Science, 06/03/09



#### **NEUROCIÊNCIAS**

#### **CÉREBRO E ABUSO INFANTIL**

Esta coluna pretende prestar um pequeno serviço às autoridades brasileiras envolvidas na Comissão Parlamentar de Inquérito sobre a pedofilia. Nela, será descrito, de modo simples, o primeiro trabalho que mostra como o abuso infantil pode modificar o modo como o cérebro humano funciona, explicando como a criança submetida ao que pode ser considerado o pior crime perpetrado por um humano contra outro (indefeso) responde, na vida adulta, às situações de estresse.

Qualquer psiquiatra ou psicólogo sabe que as experiências da infância moldam o cérebro da criança para o resto da vida. Portanto, nada muito novo ao se dizer que eventos, bons ou ruins, deixam marcas na personalidade. Porém, esses fatores ambientais podem alterar o material genético de um indivíduo? Sim. Em experimentos com ratos, o simples fato de a mãe lamber ou não a cria tem um efeito significativo em genes que controlam o comportamento do animal na vida adulta.

E em humanos? Essa é uma questão-chave, para a qual, agora, a ciência parece ter uma resposta pela primeira vez. Michael Meaney, da Universidade McGill (Canadá), e colegas examinaram o cérebro de 12 suicidas que tinham histórico de abuso sexual na infância. O tecido cerebral de outros 12 suicidas, sem esse tipo de histórico, também foram investigados, bem como o de mais 12 pessoas que haviam morrido por outras causas. A região estudada foi o hipocampo, parte do cérebro com um papel fundamental na resposta ao estresse.

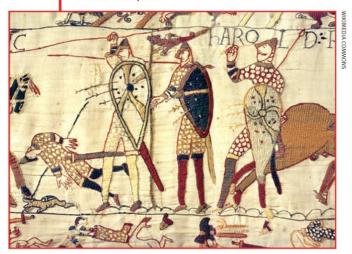
A equipe mostrou que, nos indivíduos do primeiro grupo, havia alterações no gene que produz uma proteína (chamada receptor) importante no mecanismo de resposta ao estresse. A modificação desse sistema, causada por um processo denominado metilação do DNA, pode levar a uma resposta anormal a situações estressantes e, por sua vez, à depressão e ao suicídio. Essa falha no mecanismo da bioquímica cerebral não foi encontrada nos outros dois grupos estudados.

O estudo precisa ser reproduzido em outros laboratórios. Por enquanto, a boa notícia é que as modificações no material genético causadas por uma experiência traumatizante na infância têm a possibilidade de serem revertidas na fase adulta.

Nature Neuroscience, 22/02/09

#### SINTONIA FINA

Professores de língua inglesa que queiram começar pelo básico devem ensinar os alunos a dizer / (eu), who (quem), we (nós), two (dois), three (três), five (cinco). Essas são algumas das palavras mais antigas da língua inglesa, cujos sons permaneceram praticamente inalterados nas últimas dezenas de milhares de anos. Comumente, essas descobertas linguísticas são feitas com a descoberta de documentos ou livros mofados, escondidos em um arquivo esquecido pela razão humana. No caso, a conclusão foi extraída de um programa de computador cuja tarefa é estudar a evolução das palavras das línguas indo-europeias. O chefe da equipe, o biólogo evolucionário Mark Pagel, da Universidade de Reading (Reino Unido), explicou à BBC News que basta o usuário digitar a data que o programa cospe uma lista de palavras cujos sons não mudaram de lá para cá. Ou seja, dá para imaginar que tipo de palavras o físico Isaac Newton (1642-1727) usou em um bate-papo em uma taverna perto da Universidade de Cambridge (se é que ele costumava frequentar esses locais) ou os termos empregados por soldados da batalha de Hastings (foto), em 1066. O programa pode também ir ao futuro, mostrando que palavras ficarão e quais têm mais chances de sumir. Candidatas aos primeiros sumiços: bad (mau, ruim etc.), squeeze (espremer), stick (pau, baqueta), guts (intestinos, coragem). Razão: nas línguas indo-europeias, há muitos modos, não relacionados, para se referir a esses significados. A ideia do programa de pesquisa é entender por que algumas palavras evoluem mais rapidamente que outras. Com base nisso, os pesquisadores pretendem reconstruir as raízes das línguas indo-europeias, talvez retrocedendo ao nostrático, um tipo de avô do bisavô que deu origem a várias famílias linguísticas, incluindo a indo-europeia.



Detalhe da batalha de Hastings, de 1066, retratada na tapeçaria de Bayeux

#### **EM FOCO**

UM PEQUENO PASSO PARA ... um hominídeo, mas um grande salto para a antropologia. A pegada (foto ao lado) é a evidência mais antiga do modo de andar do humano moderno. Foi cravada há 1,5 milhão de anos, por um *Homo ergaster*, primeiro ancestral nosso a sair da África. A descoberta foi feita em Ileret, no nordeste do Quênia.

Segundo o principal autor do artigo, Matthew Bennett, da Universidade Bourmouth (Reino Unido), a profundidade, o tamanho e o espaçamento das pegadas indicam que o estilo de andar é semelhante ao nosso. As marcas mostram o peso do corpo primeiramente exercido sobre o calcanhar, com a subsequente transferência dele para as laterais do pé. Depois, ocorre o apoio na planta do pé, com os dedos ajudando a levantar o indivíduo.

As pegadas mostram também uma sola arqueada, com paralelismo entre os dedos, típica dos humanos modernos. Nos hominídeos mais antigos, como o Australopithecus afarensis - para o qual se conhecem pegadas de 3,6 milhões de anos, descobertas em 1978, na Tanzânia -, há um ângulo grande entre o dedão e os outros dedos, e a planta do pé é 'chata', o que é característico de um membro adaptado para agarrar objetos - nos orangotangos, os pés permitem que eles se pendurem em galhos. Comparado com hominídeos anteriores, o H. ergaster tem pernas mais longas e braços mais curtos.

O local da nova descoberta é um tipo de calçada da fama primitiva. Foram encontrados dois grupos de pegadas, separados por uma camada de 5 m de profundidade e temporalmente por 10 mil anos. A camada superior tem três trilhas, uma delas com sete pegadas. Aquela mais abaixo tinha três pisadas, com uma sendo de um jovem *H. ergaster*.

É curioso notar que os antropólogos sabem muito pouco sobre as mãos e os pés de nossos ancestrais. Motivo: são os dois itens preferidos do *menu* dos carnívoros. O artigo foi capa da *Science* 27/02/09.



#### **GEOFÍSICA**

#### **BRILHO ESTRANHO NAS NUVENS**

Um fenômeno majestoso que ocorre nas nuvens permanecia há vários anos envolto em uma aura de mistério. O esclarecimento da situação veio por meio do trabalho de pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco.

Sobre as nuvens de tempestades já foram descobertos inúmeros fenômenos luminosos. Mas, em 1994, astrônomos da Nasa (agência espacial norte-americana), por meio do Observatório Compton de Raios Gama, descobriram mais um fenômeno intrigante: os TGFs (do inglês, flashes terrestres de raios gama).

Os TGFs são pulsos muito breves (da ordem de milissegundos) de raios gama (a radiação mais energética do espectro eletromagnético), explicados, até então, como provenientes da colisão, contra moléculas de nitrogênio e oxigênio da atmosfera, de elétrons relativisticos (aqueles que viajam com velocidades próximas à da luz, ou seja, 300 mil km/s). Esses choques geram uma avalanche de elétrons acelerados por campos elétricos remanescentes de intensos relâmpagos das nuvens de tempestade (ver 'Eletricidade e poluição no ar: como as queimadas afetam as nuvens de tempestade e os relâmpagos' em CH 252). A média diária desses eventos no planeta parece estar na casa dos 50, localizados entre 15 km e 20 km do solo.

Até aí, a ciência conhecia. Mas permanecia um mistério sondando esse fenômeno atmosférico. Qual a origem desse mecanismo de avalanche de elétrons? E como essas partículas atingiam velocidades iniciais tão altas, a ponto de desencadear a formação de raios gama no choque com as moléculas de ar?



Concepção artística do satélite Firefly, que irá investigar os flashes terrestres de raios gama

A resposta veio das pesquisas de Gerson Paiva, Antonio Pavão e Cristiano Bastos, do Departamento de Química Fundamental da UFPE. O trio propôs que esses elétrons relativísticos têm origem na 'decomposição' (decaimento) de múons contidos nos raios cósmicos, essa 'chuva' de partículas provenientes do Sol e de regiões remotas do universo, que constantemente bombardeia a atmosfera terrestre. Os múons (primos dos elétrons, com a mesma carga, porém mais pesados) seriam freados pelo campo elétrico remanescente dos relâmpagos de nuvens de tempestade, decaindo naturalmente em elétrons acelerados e seus respectivos neutrinos (partículas sem carga), que seguem em todas as direcões. Os elétrons que se deslocam para cima formam os TGFs. O estudo dos brasileiros mostrou o mecanismo por completo dos TGFs, esclarecendo-o para a comunidade internacional.

Porém, há outros enigmas que rondam o fenômeno recém-descoberto. Para tentar entendê-los, está previsto, para o ano que vem, o lançamento do satélite *Firefly*, pela Nasa.

Journal of Geophysical Research, 14/02/09

#### SINTONIA FINA

Mês passado, neste espaço, o leitor viu um caso de 'fraude' com contornos humorísticos: a invenção de uma inflamação no escroto causada pelo atrito com o violoncelo. A doença havia sido inventada há mais de 30 anos por, hoje, uma baronesa britânica e seu marido, químico teórico. A carta na qual se descrevia o 'escroto de violoncelo' chegou a ser vista com humor pelo periódico científico. Mas agora veio à luz outra fraude (sem aspas). E das feias, beirando a ação criminosa. Um dos mais destacados anestesiologistas do mundo, Scott Reuben, chefe (bem, agora ex-chefe) da área de dor aguda do Centro Médico Baystate (Estados Unidos), foi levado a confessar que forjou total ou parcialmente 21 artigos científicos, publicados em revista de prestígio da área. Isso valeu a ele, pela revista Scientific American, o título de Madoff da medicina (uma referência a Bernie Madoff, que 'sumiu' recentemente com bilhões de dólares de seus investidores). Os fatos vieram a público quando o próprio Reuben apresentava dados preliminares de um estudo que não havia sido autorizado pelo comitê de ética de seu hospital. A partir daí, especialistas decidiram vasculhar e esmiuçar trabalhos anteriores. O mau odor tomou conta da investigação: desde 1996, Reuben praticava a fraude de modo contumaz. Pior: os resultados dele influenciaram o modo como milhões de pessoas foram tratadas. E também, segundo um crítico, ajudaram a vender bilhões de dólares em drogas que se mostravam 'eficazes' em seus estudos. Sua especialidade é a anestesia multimodal, um tipo de coquetel que combina várias drogas para combater a dor. Há evidências de que Reuben chegou mesmo a falsificar a assinatura de pesquisadores para incluí-los como autores. O Centro Médico Baystate inocentou os coautores, alegando que desconheciam os truques de Reuben. A mácula do hospital, que é da Universidade Tufts, saiu arranhada, justo quando a instituição havia ganhado um prestigioso prêmio como um dos melhores hospitais dos Estados Unidos. Reuben foi afastado de suas funções educativas e de pesquisa. A CH efetuou uma busca por referências ao nome de Reuben na página do hospital. Nada. Como se ele nunca tivesse passado por lá. Por outro lado, a fama lhe rendeu um verbete da Wikipedia: en.wikipedia.org/wiki/Scott\_Reuben.

#### SINTONIA FINA

Assinale a alternativa correta: a) Os Beatles são e sempre serão a maior banda de *rock* do Sistema Solar; b) a alternativa anterior está certíssima; c) as proposições a) e b) representam verdades absolutas em qualquer referencial espaçotemporal do universo, mesmo contando com os tais universos paralelos, nos quais não haverá uma banda de alienígenas melhor que Os Beatles.

Se o(a) leitor(a) marcou qualquer uma das três opções acima, há então um curso que esta coluna recomenda com veemência: mestrado em 'Os Beatles, música popular e sociedade'. São quatro módulos de 12 semanas cada um. Tópicos: Entendendo a música popular; Liverpool (depois da Segunda Guerra); Musicologia e Os Beatles; Perspectiva crítica e histórica. O diretor do curso, Michael Brocken, um dos primeiros doutores em Estudos de Música Popular do mundo, diz que já está recebendo consultas internacionais, principalmente dos Estados Unidos. Segundo ele, há cerca de 8 mil livros escritos sobre a banda, mas até o momento nenhum curso acadêmico no mundo. Entusiasmado? Preços da Universidade Hope Liverpool (www.hope.ac.uk) para o mestrado: britânicos e cidadãos da União Europeia pagam £ 3.445 (cerca de R\$ 11 mil); estrangeiros, £ 6.800. O curso começa em setembro agora. E há chances de sir Paul McCartney, baixista e compositor do grupo, aparecer para a aula inaugural. Qualquer um com boas notas no curso superior pode se inscrever, mas se dará preferência aos formados em estudos culturais, história, língua e literatura inglesa, música, mídia. As instalações, garante a universidade, foram reformadas para o curso e incluem até um local para exibições musicais. Ainda interessado? Então: www.hope.ac.uk/ frontpage-news/hope-launches-worlds-



**GENÉTICA** 

#### **GENE DO ESMALTE**

O leitor que passou por um tratamento de canal ou outro procedimento odontológico igualmente desconfortável vai sentir, nesta nota, um pouco mais de apreço pelas coisas da ciência. A descoberta de um gene pode fazer com que, no futuro (esperamos bem próximo), os consultórios de dentista sejam locais dos quais a dor tenha esquecido o endereço.

Pesquisadores da Universidade do Estado do Óregon (Estados Unidos) conseguiram isolar o gene responsável pelo crescimento do esmalte dentário, aquela camada mais externa, branca e dura dos dentes. O Ctip2, que é um fator de transcrição (gene que controla a função de outros genes), tem um papel ligado ao sistema de defesa do organismo e ao desenvolvimento da pele e dos nervos.

Agora, foi descoberto que o Ctip2 é crucial na formação, no amadurecimento e no funcionamento adequado dos ameloblastos, as células que produzem o esmalte.

No futuro, acredita a líder da pesquisa, Chrissa Kioussi, dentes poderão ser criados em laboratório. Para isso, seria necessário juntar o conhecimento atual sobre células-tronco (aquelas que têm a capacidade de

#### CIÊNCIAS DOS MATERIAIS

#### BATERIAS SUPER-RÁPIDAS

"Vou carregar a bateria do meu celular e volto em um minuto." No caso, 'minuto' é um eufemismo para o tempo (provavelmente, algumas horas) decorrido entre a saída e a volta da pessoa em questão. Agora, é possível que o dono do aparelho retorne, realmente, no intervalo temporal prometido, graças a um novo tipo de bateria.

As baterias de lítio têm prestado um



Amostra do material da nova bateria que pode ser carregada em segundos

bom serviço para a humanidade. São pequenas, leves e armazenam bastante energia. Fazem funcionar celulares, computadores e, mais recentemente, carros elétricos. Porém, são lentas tanto para armazenar cargas quanto para liberá-las (o que faz com que carros elétricos não tenham grande aceleração). Essa propriedade as faz permanecer horas grudadas à tomada.

Depois de se debruçarem por anos em cálculos e teoria, pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Estados Unidos) perceberam que havia um modo de fazer com que as cargas elétricas nas baterias de lítio se movessem bem mais rapidamente. Quanto? Cem vezes, o que possibilitaria passar de horas para os segundos da primeira frase desta nota. Para isso, bastaria recobrir a bateria de lítio com uma substância vítrea também à base desse elemento químico (fosfato de lítio).

Agora, sob a liderança de Gerbrand Ceder, da área de ciências dos materiais, o primeiro protótipo foi construído. E a carga completa deu-se entre 10 e 20 segundos. As que não receberam a cobertura levaram seis minutos.

Tudo indica que será barato construir essas novas baterias super-rápidas. Problema: como essas baterias 'sugam' muita energia a cada segundo, a potência elétrica das residências só será suficiente para recarregar as pequenas. Um carro elétrico, por exemplo, precisaria de um posto de abastecimento especial.

Nature 12/03/09

ONNA COVENEY

produzir qualquer tecido do organismo) com o controle do gene Ctip2. Kioussi alonga seu prognóstico: daria também para reforçar a perda dessa camada ou restaurar os locais cariados ou obturados sem a necessidade de obturação – a esperança é que tudo isso possa ser feito sem o temido 'motorzinho'.

O experimento foi realizado em camundongos modificados geneticamente para não ter o Ctip2. Então, o negócio é torcer também para que ratos e homens, pelo menos nesse aspecto, sejam bem semelhantes.

*PNAS*, v. 106, n. 11, pp. 4.278-4.283, 2009

#### **NEUROCIÊNCIAS**

#### QUANTAS CÉLULAS TEM O CÉREBRO HUMANO?

Uma equipe de neurocientistas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) devolveu o cérebro humano ao devido lugar a que esse órgão pertence por direito: à ordem dos primatas, em uma posição sem nada de muito extraordinário do ponto de vista da evolução. Fizeram isso quantificando, por meio de um método apurado, uma informação que permeava como um 'dogma' as páginas dos livros sobre o tema. Afinal, quantas células tem o cérebro humano?

Aqui, vai um aperitivo dos resultados: temos menos do que os amplamente divulgados 100 bilhões de neurônios. O número agora confirmado por experimentos seria algo em torno de 86 bilhões. Portanto, vai pelo ralo aquela história de que somos muito especiais no quesito cérebro quando se leva em conta o tamanho do corpo – nosso cérebro pesa cerca de 1,5 kg. No ano do bicentenário dos estudos do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), esses resultados vêm como uma homenagem a um dos pais da teoria da evolução pela seleção natural: somos produto da mesma evolução que atuou sobre outros primatas.

Mais detalhes? Nada melhor do que ler o saboroso e instrutivo comentário, em *Ciência Hoje On-line*, feito por um dos autores do estudo, Roberto Lent, da Universidade Federal do Rio de Janeiro e um dos fundadores de *Ciência Hoje*. Outros dois autores: i) Suzana Herculano-Houzel, também do Instituto de Ciências Biomédicas da UFRJ e líder dos trabalhos, que, assim como Lent, tem um consagrado trabalho de divulgação científica; ii) Frederico Azevedo, que começa sua carreira científica na área com a possibilidade de ver seu nome citado nos manuais de neuroanatomia do planeta.

Journal of Comparative Neurology v. 513, pp. 532-541, 2009

#### **LEIA NA CH ON-LINE**

**ZOOLOGIA > Agressão premeditada >** Chimpanzés também são capazes de fazer planos para o futuro não imediato de forma espontânea.

www.cienciahoje.org.br/139909

MEDICINA > Células-tronco para os rins > Estudo em ratos é o primeiro passo para reverter insuficiência renal crônica em seres humanos.

www.cienciahoje.org.br/139407

**MEDICINA > Novidade promissora contra a Aids >** Terapia gênica mostra-se segura e relativamente eficaz em testes com portadores do vírus HIV.

www.cienciahoje.org.br/138286

NEUROCIÊNCIAS > Um primata nada especial > Estudo brasileiro refuta mito de que humanos têm cérebro maior do que o esperado para a espécie. www.cienciahoje.org.br/138520

CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO > Acesso livre, impacto global > Estudo mostra que artigos científicos publicados sem restrições são mais citados em outros trabalhos.

www.cienciahoje.org.br/138684

#### ECOLOGIA > Obstáculo inesperado >

Espécies ameaçadas de morcego não conseguem transpor rodovias voando e têm hábitat reduzido na Alemanha.

www.cienciahoje.org.br/139533

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,
MATURE 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, 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 POR YOU (H. WACHSMUTH / CERN), THE SCIENTIST DAILY, EPPL NEWS E ACS PRESS PAC

## OFIM DOS DI

A vida na Terra passou por várias 'crises', como podem ser chamadas as extinções massivas de espécies. Em uma delas, há cerca de 65 milhões de anos, os dinossauros desapareceram. É indiscutível que, nessa época, um grande asteroide se chocou com a superfície do planeta, e que isso contribuiu para a extinção desses animais ou a acelerou, mas essa não foi a única ou a maior razão. As causas foram provavelmente alterações drásticas em ecossistemas marinhos e terrestres. Mas o que teria provocado tais mudanças?

O debate entre os que defendem o cataclisma cósmico e os que sustentam um vulcanismo intenso como o fator principal já dura quase 30 anos.

Recentes estudos mostram que as extinções massivas têm causas muito mais complexas do que se poderia supor. Esse tema é bem atual: nos últimos 500 anos, mais de mil espécies desapareceram, o que pode indicar que estamos no limiar de uma nova extinção massiva, talvez decorrente de ações humanas.

José Antônio de Freitas Pacheco Observatoire de la Côte d'Azur (Nice, França)

A diversidade das diferentes formas de vida existentes na

Terra causa espanto e admiração. Até hoje, foram descritas cerca de 2 milhões de espécies, mas diferentes estimativas indicam que o número total estaria hoje entre 5 e 100 milhões. A grandeza desses números é mais surpreendente diante da constatação de que cerca de 90% de todas

as espécies que surgiram durante a evolução do planeta foram extintas.

Formas de vida desaparecem continuamente no decorrer da evolução, mas o estudo da história da vida revela momentos em que ocorreram extinções em massa. Uma extinção é dita massiva quando há um súbito aumento da taxa de

## NOSSAUROS

Choque de um asteroide, vulcanismo ou outra causa?



extinção em relação aos valores médios. Nesse caso, diferentes tipos de organismos desaparecem rapidamente (em termos de tempo geológico) e em escala global. Extinções massivas, porém, não são eventos sempre iguais e não impediram, no longo prazo, a evolução biológica. Nos últimos 500 milhões de anos, a diversidade de

espécies tem aumentado. Portanto, as extinções representam apenas uma queda temporária no processo evolutivo da diversificação.

As causas das extinções em massa são debatidas há décadas por especialistas de diferentes disciplinas, e o tema ganhou relevância diante da constatação das atuais

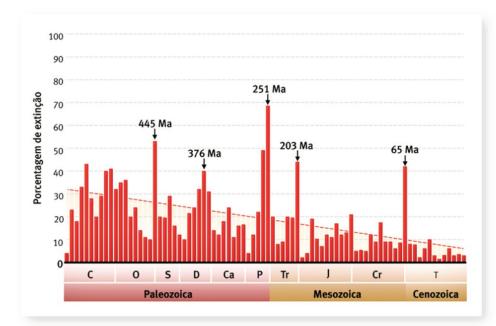


Figura 1. Evolução das extinções de espécies ao longo da história da Terra – as cinco grandes extinções estão assinaladas com setas. A sigla Ma significa 'milhões de anos' e as letras abaixo das colunas indicam os períodos Cambriano (C), Ordoviciano (O), Siluriano (S), Devoniano (D), Carbonífero (Ca), Permiano (P), Triássico (Tr), Jurássico (J), Cretáceo (Cr) e Terciário (T)

tiga'), iniciada há 545 milhões de

anos; a Mesozoica ('vida interme-

diária'), que começou há 250 mi-

lhões de anos; e a atual, Cenozoica ('vida nova'), com início há 65

milhões de anos. As eras são divididas em períodos, e as fronteiras

entre elas são caracterizadas, em

mudanças climáticas. Biólogos como Andrey V. Adrianov, do Instituto de Biologia Marinha da Academia de Ciências da Rússia, ou P. Dee Boersma, da Sociedade para a Conservação Biológica e da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, pensam que estamos vivenciando uma nova onda de extinção de espécies, na qual a contribuição humana não pode ser descartada.

As camadas de rochas sedimentares acumuladas na crosta terrestre exibem duas grandes 'transições', marcadas por mudanças drásticas na fauna e na flora. Elas definem as fronteiras entre as 'eras' geológicas: a Paleozoica (termo que significa 'vida an-

geral, por extinções massivas. Uma das formas de constatar extinções é a medição, em rochas sedimentares antigas, da proporção dos isótopos estáveis do carbono (13C/12C). Na natureza, 98,89% do carbono ocorre como 12C e 1,11% como 13C. No entanto, os organismos que realizam fotossíntese (plantas e outros) acumulam de preferência o 12C em seus tecidos, o que modifica esses percentuais. A alteração fica 'registrada' em rochas originadas de sedimentos que continham matéria orgânica e pode ser medida pela técnica de espectrometria de massas. Assim, reduções importantes e repentinas da presença de matéria orgânica entre diferentes camadas de rochas antigas são indícios de extinções em massa. Outra 'pista', mais direta, é o súbito desaparecimento de fósseis de muitas espécies, em lugares variados e na mesma época.

Esses e outros dados permitiram ao paleontólogo norte-americano J. John Sepkoski Jr. (1948-1999) construir um gráfico com os percentuais de extinção (apenas de animais marinhos: caracóis, moluscos de duas conchas e corais) ao longo das eras geológicas. Os percentuais foram calculados em diferentes 'estágios', que correspondem a intervalos de tempo de alguns milhões de anos (figura 1).

O gráfico permite identificar cinco grandes extinções. A primeira e mais recente, há cerca de 65 milhões de anos, marca o limite entre os períodos Cretáceo e Terciário, e nela desapareceram 50% das espécies então existentes, inclusive os dinossauros. A segunda, há cerca de 203 milhões de anos, na transição Triássico-Jurássico, eliminou 53% das

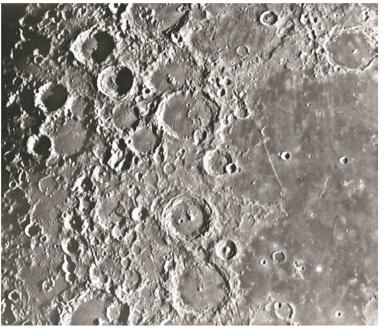


Figura 2. A superfície da Lua é marcada por crateras produzidas pelo impacto de asteroides desde a formação do satélite

espécies marinhas. A terceira, a chamada 'grande mortandade', entre o Permiano e o Triássico, em torno de 251 milhões de anos atrás, é a mais importante: estima-se a extinção de 96% das espécies marinhas e 70% das terrestres. A quarta (na verdade, uma série crescente de extinções) ocorreu no final do Devoniano, há cerca de 376 milhões de anos, e nela desapareceram quase 70% das espécies. A quinta, há cerca de 445 milhões de anos, no limite entre o Ordoviciano e o Siluriano, eliminou em torno de 60% das espécies marinhas. A figura permite notar que, em parte do Cambriano e do Ordoviciano, aconteceram outras extinções significativas.

Outro aspecto é o declínio gradual das extinções (mostrado pela linha azul) nos últimos 550 milhões de anos. Uma das hipóteses propostas para explicar esse efeito diz que ele não é real — o número de gêneros e espécies dos seres marinhos antigos estaria superestimado, inflando também os números de extinções. Outra tese admite o efeito, argumentando que as mudanças ocorridas na Terra, ao longo do tempo, tornaram os oceanos mais favoráveis à vida, reduzindo a possibilidade de extinções.

Duas grandes teorias tentam explicar, em particular, a extinção entre o Cretáceo e o Terciário. A primeira, proposta pelo físico norte-americano Luis W. Alvarez (1911-1988), ganhador do prêmio Nobel em 1968, diz que a causa maior foi o impacto na Terra de um imenso asteroide. A segunda, criada por geólogos ou geofísicos, como o norte-americano Dewey McLean, o francês Vincent Courtillot e outros, aponta que uma intensa atividade vulcânica provocou não só essa extinção, mas também as demais.

No entanto, impactos cósmicos e vulcanismo não são as únicas supostas causas das grandes extinções. Um rebaixamento de alguns metros no nível dos oceanos reduz a produção de matéria orgânica nas plataformas continentais o suficiente para extinguir muitas espécies marinhas. Pode ainda desequilibrar as relações oceano-atmosfera, que afetam o clima, atingindo as espécies terrestres. E há evidências de variações consideráveis do nível dos oceanos nos últimos 500 milhões de anos.

#### OS IMPACTOS CÓSMICOS

A observação de diversos astros do Sistema Solar mostra grande abundância de crateras, causadas, em sua grande maioria, por impactos de asteroides. As superfícies da Lua e de Mercúrio são exemplos típicos (figura 2). Embora quase todas as crateras de impacto do Sistema Solar tenham sido geradas em um passado remoto, há exemplos de colisões recentes. A mais espetacular foi a dos fragmentos do co-

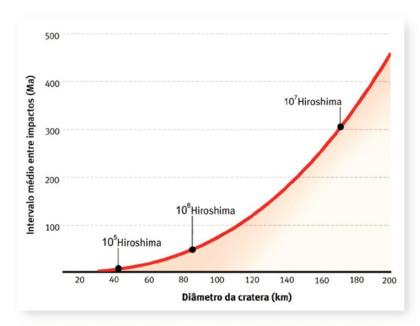


Figura 3. Intervalo médio estimado para a ocorrência de impactos de asteroides na Terra, de acordo com as dimensões das crateras produzidas, e a relação entre alguns impactos e a potência destrutiva da bomba nuclear lançada sobre Hiroshima (Japão) em 1945 – um impacto com energia equivalente a 10 milhões de vezes a explosão de Hiroshima deve ocorrer a cada 300 milhões de anos (Ma)

meta Shoemaker-Levy 9 com Júpiter, em 1994. O impacto mais energético, do fragmento L, ocorrido no dia 19 de julho e observado pelo telescópio espacial Hubble, produziu uma 'pluma' de gases que se elevou por milhares de quilômetros.

Apesar do interesse em torno do evento, somente dois grupos de pesquisa relataram observações do evento por espectroscopia: um no Observatório do Pico do Midi (na França), liderado pelo holandês Maarten Roos-Serote, e outro no Brasil, no Observatório do Pico dos Dias (MG), integrado por Roberto Costa, Patan Singh, Amaury de Almeida (da Universidade de São Paulo), Said Codina (do Observatório Nacional) e pelo autor deste artigo. No material da 'pluma' - provavelmente gases da atmosfera jupiteriana (a quase totalidade) e do cometa - foram detectados elementos como sódio, ferro, cálcio e lítio. O grupo brasileiro estimou que a 'pluma' continha 12 átomos de lítio para cada mil de sódio, um valor compatível com medições em meteoritos, sugerindo que a composição da pluma (seja material do planeta ou do cometa) reflete a constituição da nebulosa que deu origem ao Sistema Solar.

Estimativas baseadas no número (incerto) de asteroides presentes no Sistema Solar indicam que, a cada 40 mil anos, deve cair na Terra um asteroide de 200 m de diâmetro, gerando uma cratera com diâmetro de 5 a 6 km. Impactos catastróficos, de asteroides de dimensões quilométricas, são mais raros: o intervalo previsto entre colisões desse tipo é de algumas centenas de milhões de anos (figura 3).

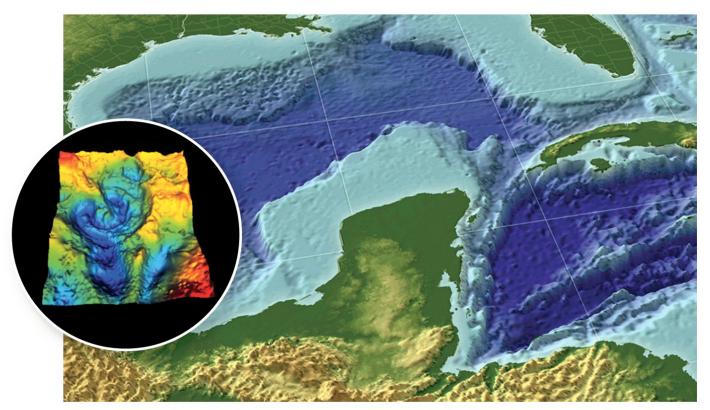


Figura 4. A cratera Chicxulub, associada ao impacto ocorrido há 65 milhões de anos, na transição entre o Cretáceo e o Terciário, está soterrada na península de Yucatán, no México (a imagem no detalhe, em cores artificiais, foi obtida com base em dados de variações gravimétricas e magnéticas)

Os efeitos da erosão e da evolução da crosta terrestre tornam difícil detectar, na Terra, restos de crateras de impacto. Mesmo assim, muitas estruturas geológicas são atribuídas à queda de corpos celestes, como as existentes nas regiões de Vredefort, na África do Sul (diâmetro em torno de 300 km), e de Sudbury, no Canadá (250 km) – os impactos teriam ocorrido, respectivamente, há cerca de 2 bilhões e de 1,8 bilhão de anos. No Brasil existe uma importante cratera, em Araguainha (MT), com 40 km de diâmetro, formada há 244 milhões de anos.

A evidência de um impacto ocorrido há 65 milhões de anos, coincidente com a extinção entre o Cretáceo e o Terciário, foi apresentada pela primeira vez pelo filho de Luis Alvarez, o geofísico Walter Alvarez, e colaboradores, em 1980. Eles constataram, em camadas geológicas com essa idade, uma concentração do elemento irídio maior que a normal na Terra (onde é extremamente raro). Os registros indicavam que esse metal foi depositado em um intervalo curto de tempo. Como a concentração anormal nessa camada é similar à que ocorre em meteoritos, Alvarez e equipe sugeriram que as 'nuvens de poeira' geradas pela queda de um grande asteroide teriam depositado o irídio em escala global, como acontece com as cinzas de grandes erupções vulcânicas. Para depositar a quantidade de irídio observada, estimou-se que o asteroide responsável teria cerca de 10 km de diâmetro e 1 trilhão de toneladas. Simulações em computador indicaram que a cratera gerada teria entre 150 e 200 km de diâmetro. Mas onde estaria essa cratera?

Nos anos 70, dois geólogos a serviço de uma empresa petrolífera, o mexicano Antonio Camargo e o norte-americano Glen Penfield, haviam encontrado, na península de Yucatán (México), resquícios de uma cratera com cerca de 65 milhões de anos (figura 4). A teoria de Alvarez fez com que essa cratera – denominada Chicxulub – fosse mais estudada. Descobriu-se que tem cerca de 180 km de diâmetro, forma ovalada (o que indica um ângulo de impacto entre 20 e 30 graus), e que rochas associadas a ela contêm, além de altos níveis de irídio, microestruturas que representam 'assinaturas' inconfundíveis do impacto de um asteroide.

Outras evidências associam impactos cósmicos a extinções massivas. Há alguns anos, o geólogo australiano John Gorter propôs a existência de uma cratera soterrada no noroeste da Austrália, com diâmetro aproximado de 200 km, denominada Bedout. Segundo estudos posteriores, de uma equipe liderada pela geóloga norte-americana Luanne Becker, Bedout teria cerca de 250 milhões de anos, coincidindo com a extinção Permiano-Triássico, e seria

uma cratera de impacto. No entanto, a maioria dos especialistas acredita que teve origem vulcânica. Outra possibilidade foi sugerida pelos geólogos Richard A. Schmidt (em 1962) e John G. Weihaupt (em 1976). Eles propuseram, com base em anomalias observadas nas rochas da região de Wilkes Land, na Antártida, a existência ali, sob a camada permanente de gelo, de uma cratera de impacto com 480 km de diâmetro (o maior já registrado), tese reforçada por estudos feitos com sensores de satélites. Sua idade, embora incerta, também é estimada em cerca de 250 milhões de anos.

#### O VULCANISMO TERRESTRE

A ideia de que as extinções em massa decorreram de atividade vulcânica e não de impactos cósmicos também faz sentido. Além de produzir grande volume de cinzas, que podem resfriar o clima, as erupções liberam aerossóis ricos em ácido sulfúrico, que ficam longo tempo na atmosfera, gerando, em particular, chuvas ácidas. Um exemplo recente é a erupção do Pinatubo, nas Filipinas. Adormecido por quase 500 anos, o vulcão 'acordou' em abril de 1991. O volume de cinzas lançado na atmosfera foi estimado em cerca de 25 km³ e a quantidade de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) em 20 milhões de toneladas. A

ejeção de partículas pelo Pinatubo causou um resfriamento em escala mundial, com redução média de 0,5°C na temperatura (figura 5).

No período Triássico (250 a 203 milhões de anos atrás), a Terra tinha apenas um supercontinente (Pangea) e um superoceano (Panthalassa). Logo depois, no Jurássico, a movimentação da crosta terrestre quebrou Pangea em dois: Laurasia, ao norte, e Gondwana, ao sul, que sofreriam separações adicionais no período seguinte, Cretáceo, iniciado há 146 milhões de anos. Esses períodos são marcados por vários episódios de intensa atividade vulcânica, capazes de gerar alterações climáticas fortes o bastante para causar extinções em massa (figura 6).

Um exemplo está na região de Deccan, na Índia. Ali há uma estrutura em forma de 'escada' com cerca de 500 mil km², formada por sucessivos derramamentos de lava, que somam um volume em torno de 3 milhões de km³ – um dos maiores eventos desse tipo na história da Terra. O processo durou alguns milhões de anos, mas estima-se que 90% da lava foram liberados no limite Cretáceo-Terciário, há 65 milhões de anos (a última grande extinção). Estudos evidenciam que a emissão de SO₂ durante esse derramamento certamente causaria grandes alterações no clima.

Outras extinções podem ser associadas a grandes ejeções de lava. Há 250 milhões de anos, na época



Figura 5.
A erupção
do vulcão
Pinatubo,
nas Filipinas,
em 1991, lançou
grande volume
de partículas
na atmosfera
e causou uma
redução da
temperatura
média global

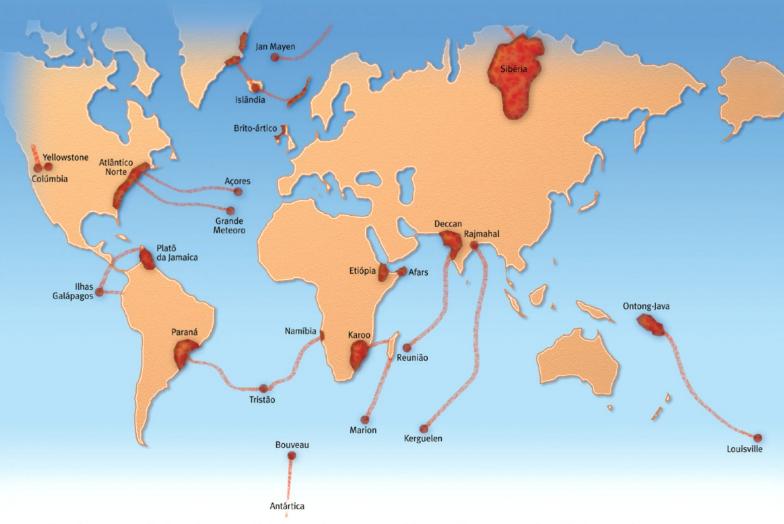


Figura 6.
Grandes
derramamentos
de lava ocorridos
nos últimos
300 milhões
de anos
e localização
atual dos
'pontos quentes'
responsáveis
pela liberação
da lava

da 'grande mortandade', um derramamento (da ordem de 2,5 milhões de km³ de lava) aconteceu na Sibéria. Há 203 milhões de anos, durante a formação do oceano Atlântico, houve outro derramamento relevante na área central desse oceano, e suspeita-se que esteja associado à extinção ocorrida naquela época.

#### COMO AS CATÁSTROFES MATAM?

A ideia original de Alvarez consistia no surgimento de um clima invernal após o impacto, análogo ao 'inverno nuclear' que resultaria de um conflito nuclear global. O impacto de um asteroide com 10 km de diâmetro pode pulverizar um volume de rochas suficiente para formar, na atmosfera, uma cobertura de poeira que, além de reduzir a temperatura média da Terra, filtraria a luz solar por meses. Tais condições afetariam fortemente os organismos que realizam fotossíntese. Outro cenário é o seguinte: como as rochas na região de Chicxulub são ricas em enxofre, o impacto poderia liberar um grande volume de aerossóis ricos em sulfatos, que gerariam chuvas ácidas, devastadoras para as plantas. Os sulfatos ainda sufocariam os animais vertebrados que respiram o ar diretamente e dissolveriam as conchas protetoras de animais marinhos nas áreas litorâneas.

Os processos de extinção, que afetam tanto seres marinhos quanto terrestres, começam com a destruição de formas de vida tropical e subtropical e depois atingem formas menos especializadas. Na Terra, as plantas resistem melhor que os animais. Compreender por que certas espécies sobreviveram, e outras não, talvez seja uma das chaves para entender 'o' ou 'os' mecanismos de destruição.

Na 'grande mortandade', por exemplo, os animais com esqueletos maiores e carbonatados foram mais destruídos que aqueles com pouco ou nenhum carbonato no esqueleto. Já na extinção Cretáceo-Terciário, foram mais atingidos os consumidores diretos de produtos da fotossíntese. Um enigma de difícil solução, nesse último caso, é a sobrevivência das aves. Como elas têm alta taxa metabólica e baixa reserva de energia, e usam a visão na busca de alimentos, o 'inverno' resultante de um impacto ou de vulcanismo deveria levar a um alto índice de mortalidade, mas isso não foi constatado. Fósseis de seres marinhos e terrestres (inclusive pólen) indicam um tempo curto (alguns milhares de anos) para a extinção de 65 milhões de anos atrás. No entanto, segundo novos dados paleontológicos e paleoclimáticos, essa extinção foi mais progressiva do que abrupta.

Ela teria começado meio milhão de anos antes, quando houve um resfriamento global, seguido por um curto pulso de aquecimento (de 400 a 200 mil anos antes da transição), que pode ter sido desencadeado pelo derramamento de Deccan. Um novo resfriamento (de 2°C a 3°C), com cerca de 100 mil anos, ocorreu logo depois, e nessa fase a extinção acelerou-se. Além disso, medidas da proporção <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C indicam que a produtividade oceânica sofreu relevantes flutuações nos 3 milhões de anos anteriores a essa extinção. Após a transição, a produtividade oceânica caiu a níveis baixíssimos. O ecossistema marinho só se restabeleceu entre 2 e 3 milhões de anos depois.

O cenário da 'grande mortandade' também está ficando mais explícito. Segundo estudos do geólogo Robert Berner, da Universidade Yale, o teor de oxigênio na atmosfera (hoje de 21%) chegava a 30% no período Carbonífero, mas no final do Permiano e em parte do Triássico caiu para 12,6%. As prováveis causas são o clima árido da época e o derramamento de lava na Sibéria, que aumentaram o teor de gás carbônico e reduziram o de oxigênio na atmosfera, situação fatal para os animais com alto metabolismo. O aumento de cerca de 6°C na temperatura diminuiu a solubilidade do oxigênio nas águas oceânicas, o que extinguiu animais situados na base da cadeia alimentar (como se observa hoje no mar Mediterrâneo e no mar do Norte). Um baixo teor de oxigênio nos mares favorece a proliferação de bactérias produtoras de sulfeto de hidrogênio (H,S), tóxico para a vida marinha (o que se vê hoje no mar Negro). No ano passado foram encontrados indícios da presença de bactérias que produzem H<sub>2</sub>S em sedimentos do final do Permiano, dando novo suporte ao cenário proposto.

#### VARIAÇÃO DO NÍVEL DOS MARES

A cronologia dos fatos anteriores e posteriores à transição Cretáceo-Terciário não se encaixa facilmente na teoria de que um impacto cósmico foi a causa maior da extinção (inclusive dos dinossauros) de 65 milhões de anos. Essa ideia é ainda posta em xeque por trabalhos recentes que revelam a presença de múltiplos picos de irídio nessa transição. Ou ocorreram múltiplos impactos, algo pouco provável, ou o irídio não teve origem no impacto que gerou

Chicxulub. Nesse caso, não se pode excluir uma origem vulcânica: o derramamento que originou as escadas de Deccan.

As extinções massivas estão entre os eventos mais enigmáticos da história de nosso planeta e os resultados científicos citados aqui confirmam a complexidade dos processos que as deflagram. Não há apenas uma causa, mas a superposição de diferentes processos, com variados níveis de significância. Existe hoje certo consenso de que grandes extinções ocorrem quando as condições ambientais sofrem alterações rápidas e as espécies, nos diferentes ecossistemas, não têm tempo para se adaptar.

Recentemente, o geólogo Shanan Peters, da Universidade de Wisconsin-Madison, mostrou de modo convincente o que já se suspeitava há décadas: a variação do nível dos oceanos, resultante da deriva das placas tectônicas e de alterações do clima, está fortemente relacionada a grandes extinções. O estudo revela que grupos distintos de animais marinhos preferem hábitats diferentes. Grupos mais antigos, como corais e braquiópodes, habitam um fundo marinho rico em rochas calcárias, enquanto os mais recentes, como peixes e crustáceos, vivem em um fundo arenoso. O fundo é alterado pelas mudanças do nível oceânico, que destroem o hábitat de um ou de outro grupo, e Peters encontrou forte relação entre essas alterações e a taxa de extinção. Hoje, há fortes indícios de que as extinções do final do Ordoviciano e do final do Devoniano estão relacionadas a quedas do nível dos mares, causadas por glaciações.

O estudo de Peters abre novas perspectivas para a previsão do que acontecerá com as formas de vida atuais se o nível dos oceanos subir devido ao aquecimento climático. Talvez se possam prever quais espécies mais sofrerão e se será possível ou não interferir no processo. O relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas indica que até 30% das espécies poderão desaparecer se a temperatura média global aumentar em 2°C (em relação a 1990) nas próximas décadas. Se a destruição dos ecossistemas continuar no ritmo atual, seremos, talvez, o exemplo singular de uma espécie que contribuiu para o desencadeamento de uma nova extinção massiva que poderá levar à própria destruição!

#### Sugestões para leitura

HALLAM, A.

Phanerozoic

sea-level changes. Nova York. Columbia University Press, 1992. COWEN, R. The history of life. Boston. Blackwell Science, PROTHERO, D. R. & DOTT Jr., R.H. Evolution of Earth. Nova York, McGraw Hill, 2002 SKELTON, P. (Ed.). The Cretaceous world. Nova York,

Cambridge Press,

2003. WARD, P. D. *Under* 

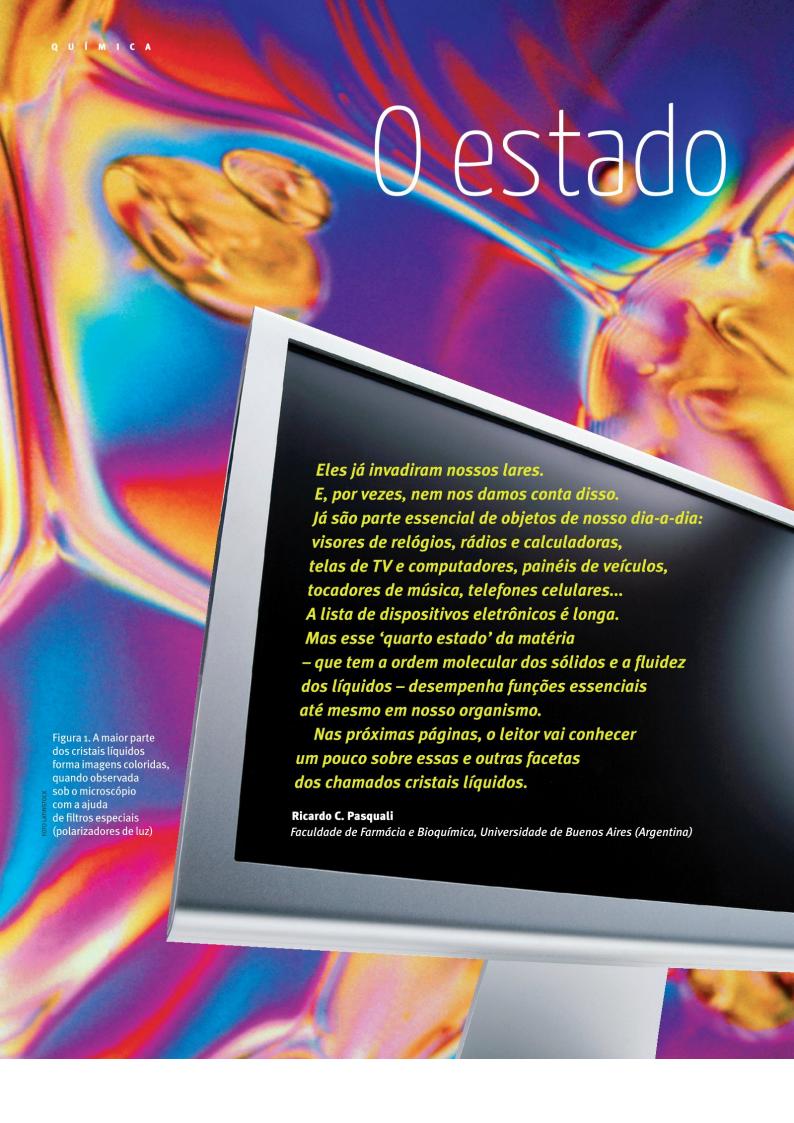
2007

a green sky.

HarperCollins,

Nova York,





## líquido cristalino

Os cristais líquidos pertencem a um estado da matéria chamado

líquido-cristalino, no qual as substâncias apresentam algumas propriedades similares às do estado líquido e outras que se assemelham àquelas do estado sólido. Em nosso cotidiano, os cristais líquidos são mais comumente encontrados nas telas de TV, computadores, calculadoras e celulares. Porém, estão presentes também no mundo biológico. Exemplo emblemático: nas membranas biológicas, como as que recobrem as fibras nervosas.

Grande parte das substâncias, incluindo as que formam os cristais líquidos, é constituída por partículas diminutas, as chamadas moléculas. Outras, por sua vez, são formadas por partículas carregadas eletricamente: os íons.

Quando uma substância se encontra no estado gasoso, como ocorre com o vapor d'água, as moléculas se movem com velocidades extremamente altas, em todas as direções, e estão muito separadas entre si. Já nos líquidos, as velocidades moleculares são muito menores, e as moléculas se mantêm em contato. Nesses dois estados da matéria, as moléculas são dotadas de movimento de translação, o que permite que tanto os gases quantos os líquidos possam fluir.

Diferentemente dos gases e líquidos, os sólidos não fluem quando são submetidos à ação de uma força – suas moléculas não são dotadas de movimento de translação.

Em certos sólidos – incluindo aqui a maior parte dos materiais dotados de plasticidade –, as moléculas estão distribuídas aleatoriamente, de modo desordenado. Esse tipo de sólido, em que falta uma ordem em nível molecular, é chamado amorfo.

Já nos chamados sólidos cristalinos, as moléculas (os íons) estão dispostas de modo altamente ordenado. Como consequência disso, os sólidos cristalinos apresentam-se como cristais das mais variadas formas (cúbicas, prismáticas etc.). Exemplos de sólidos cristalinos: o sal de cozinha (cloreto de sódio) e o quartzo (dióxido de silício).

#### Capacidade de fluir

Diferentemente do arranjo espacial das moléculas nos líquidos comuns, aquelas presentes nos cristais líquidos dispõem-se de forma ordenada. Mas essa ordem molecular não é tão perfeita quanto aquela encontrada nos sólidos cristalinos.

A principal propriedade que os cristais líquidos dividem com os líquidos comuns – e que os diferenciam dos sólidos – é a capacidade de fluir, de escoar, quando são submetidos à ação de uma força (a gravitacional, por exemplo). Na maior parte dos cristais líquidos, as moléculas têm uma forma alongada, apesar de também existirem cristais líquidos com moléculas em forma de disco.

As aplicações dos cristais líquidos na eletrônica derivam, em grande parte, de suas propriedades ópticas, que são uma consequência de sua ordem interna (figura 1). Essas propriedades são compartilhadas com muitos sólidos cristalinos. Outros cristais líquidos, no entanto, são de interesse não por suas propriedades ópticas, mas sim pela capacidade que têm de dissolver tanto fármacos solúveis em água quanto aqueles solúveis em gorduras. Isso os torna adequados na formulação de medicamentos.

#### Do grego e do latim

Os cristais líquidos usados em eletrônica pertencem ao grupo dos cristais líquidos termotrópicos (thérme, do grego, calor). Nesses materiais, o estado líquidocristalino aparece em certas faixas de temperatura. Exemplo: o benzoato de colesterila (substância derivada do colesterol) apresenta-se a temperatura ambiente como um sólido cristalino de cor branca,

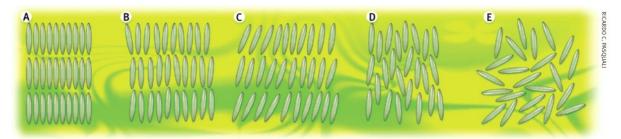


Figura 2. Representação esquemática da estrutura de um sólido cristalino (A), de um cristal líquido esmético estruturado (B), de um cristal líquido esmético não estruturado (C), de um cristal líquido nemático (D) e de um líquido comum (E)

que, quando aquecido a 145,5°C, funde-se, dando um produto pastoso que se torna transparente a 178,5°C. Abaixo de 145,5°C, o benzoato de colesterila existe no estado sólido e, entre 145,5°C e 178,5°C, no estado líquido-cristalino. Acima de 178,5°C, no estado líquido.

Certas substâncias formam cristais líquidos quando se dispersam na água em determinadas concentrações e sob certas condições de temperatura. Exemplos: sabões, detergentes e lecitina (um dos constituintes da membrana celular). Os cristais líquidos formados assim são chamados liotrópicos (*Ivo*, do latim, desatar, soltar).

Uma característica das moléculas de todas as substâncias que formam cristais líquidos liotrópicos quando se misturam com a água é ter duas partes muito diferentes entre si: uma com afinidade pela água (hidrofílica) e outra com afinidade pelas gorduras e óleos (lipofílica). Por isso, essas moléculas são chamadas anfifílicas (do grego, ampho, ambos).

### De turvos a transparentes

Entre os principais tipos de cristais líquidos termotrópicos, estão os nemáticos, os colestéricos e os esméticos. Tratemos brevemente de cada um deles.

Os cristais líquidos nemáticos são os que têm menos ordem em nível molecular. Suas moléculas, que são alongadas, estão quase paralelas entre si, mas seus centros não se encontram alinhados (figura 2D). Acima de certa temperatura, transformam-se em líquidos comuns, aos quais se assemelham devido à sua escassa ordem interna.

Os cristais líquidos nemáticos são fluidos (têm baixa viscosidade) e possuem um aspecto turvo. Mas, quando submetidos a um campo magnético, tornam-se transparentes. Suas propriedades ópticas também mudam sob a ação de um campo elétrico. Essas características fazem desse tipo de cristal lí-



quido o mais empregado nas telas de calculadoras e relógios digitais.

#### Polarizadores da luz

O nome dos cristais líquidos colestéricos deve-se ao fato de vários derivados do colesterol, como o próprio benzoato de colesterila, tornarem-se esse tipo de cristal líquido sob certas condições de temperatura.

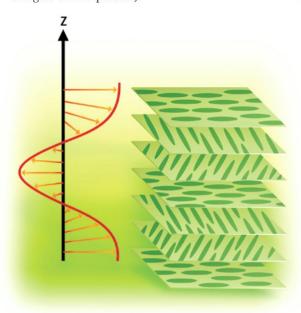
As moléculas dos cristais líquidos colestéricos dispõem-se em camadas, sendo que, dentro de cada uma dessas camadas, a estrutura é similar à dos cristais líquidos nemáticos. A direção média das moléculas de uma camada está deslocada de certo ângulo em relação àquela das camadas adjacentes, de forma que essa direção varia periodicamente ao longo de um eixo perpendicular às camadas (figura 3).

A cor dos cristais líquidos colestéricos depende do ângulo de incidência da luz, da temperatura, dos esforços mecânicos a que são submetidos e da presença de pequenas quantidades de impurezas. Mas a propriedade óptica mais importante é a extraordinária capacidade que têm esses cristais de fazer girar o plano em que a luz oscila (plano de polarização). Quando um raio de luz polarizada – digamos, que oscila apenas no plano horizontal – atravessa um cristal líquido colestérico, o plano desse feixe de luz experimenta, a cada milímetro percorrido no cristal líquido, cerca de 50 rotações completas, sendo que esse valor depende da com-

posição química do cristal líquido, da cor da luz e da temperatura.

Os cristais líquidos colestéricos são também usados como indicadores de temperatura, devido à dependência de sua cor com a temperatura. Por essa propriedade, são usados para a obtenção de termogramas (que mostram o fluxo de sangue no corpo) e de mamografias. Devido à alteração de sua estrutura pela ação de campos elétricos intensos, são usados em vários dispositivos eletrônicos, incluindo telas de calculadoras e de TVs, bem como monitores de computadores (ver 'Telas de calculadoras e relógios em 10 passos').

Figura 3.
Nos cristais
líquidos
colestéricos,
a direção
média do eixo
longitudinal
das moléculas
descreve
uma hélice



Ao final de todo esse percurso, o feixe de luz retorna ao primeiro polarizador, que deixa passar apenas a parte que oscila no plano vertical. Esse feixe de luz, agora, chega aos olhos do observador. Ou seja, o observador verá aquele segmento de onde emergiu o feixe iluminado, isto é, claro

O feixe, ao atravessar novamente o cristal líquido colestérico, sofre várias rotações completas e atinge o segmento da tela de vidro, iluminando-o

Depois de ser refletido em um espelho de alumínio no fundo do dispositivo, a luz retorna ao segundo polarizador, que permite sua passagem, pois o feixe luminoso continua oscilando apenas no plano horizontal

Quando se aplica uma tensão entre as duas placas de vidro (a energia para isso vem das baterias ou pilhas), surge um campo elétrico entre elas. Sob o efeito desse campo, a estrutura do cristal líquido colestérico é destruída, ou seja, suas moléculas ficam todas alinhadas, e o feixe luminoso não sofre as rotações

Sem as rotações, o feixe, que continua oscilando apenas no plano vertical, não pode passar pelo segundo polarizador. Com isso, seu percurso é interrompido, o que impede que ele volte a incidir sobre o segmento da placa de vidro superior (como ocorre na situação em que não há tensão). Esse segmento, não iluminado, é visto escuro pelo observador. Com vários desses segmentos escuros unidos, formam-se os números e as letras nas telas das calculadoras e dos relógios digitais, entre outros dispositivos

#### Muito ordenados

Nos cristais líquidos esméticos, as moléculas dispõemse em camadas paralelas de uma maneira muito ordenada, que lembra a dos sólidos cristalinos. Dentro de cada camada, as moléculas se juntam de forma paralela entre si, com seus centros alinhados.

Cristais líquidos esméticos em que a direção média das moléculas é perpendicular à superfície das camadas são denominados estruturados (figura 2B). Caso não seja perpendicular, o cristal líquido é esmético não estruturado (figura 2C).

Em temperaturas elevadas, os sabões apresentam uma estrutura de cristal líquido esmético.

### Água, sabão e detergente

Se colocarmos uma pequena quantidade de sabão ou detergente na água se formará uma solução na qual as moléculas dessas duas substâncias ficarão rodeadas pelas de água. Se juntarmos mais sabão ou detergente, observaremos que, quando chegamos a certa concentração (chamada micelar crítica), as moléculas de sabão ou detergente associam-se e formam agregados (micelas) com forma de esfera, elipsoide ou cilindro.

Nas micelas, a parte lipofílica das moléculas de sabão ou detergente se agrupam na parte interior, enquanto a hidrofílica se dirige ao exterior. Se aumentarmos a concentração de sabão ou detergente, as micelas, por sua vez, se associam de uma maneira ordenada e formam um cristal líquido liotrópico.

Há vários tipos de cristais líquidos liotrópicos. Nos laminares, as moléculas agrupam-se em camadas duplas (semelhantes às camadas de fosfolipídios que formam as membranas celulares), paralelas entre si, separadas por camadas de águas de mesma espessura (figura 4A).

Nas camadas duplas, a parte lipofílica encontrase no interior, e a hidrofílica no exterior. A estrutura desses cristais líquidos lembra a dos esméticos, que se apresentam em sabões a altas temperaturas. Os cristais líquidos laminares, que escoam sob a ação da gravidade, têm a aparência de líquidos com viscosidade semelhante à dos xampus.

#### Mel solidificado

Os cristais líquidos do tipo hexagonal normal são formados por micelas cilíndricas paralelas, dispostas de forma ordenada (figura 4B) e rodeadas por moléculas de água. Esse tipo de cristal líquido caracteriza-se por não escoar sob a ação da gravidade. Sua textura e viscosidade lembram a do mel solidificado.

Os cristais líquidos do tipo hexagonal reverso contêm núcleos de água rodeados pelos grupos hidrofílicos das moléculas, com o volume restante ocupado completamente pelas partes lipofílicas (figura 4E).

Esse tipo de cristal líquido é muito comum em sistemas formados por fosfolipídios (como as lecitinas) em que há pequenas quantidades de água.

#### Como uma esponja

Os cristais líquidos liotrópicos cúbicos apresentamse em forma de géis. Dividem-se em duas famílias: micelares e bicontínuos. Os primeiros consistem em agrupações de micelas esféricas com uma simetria cúbica (figura 4C). Os cristais líquidos cúbicos bicontínuos têm uma estrutura que lembra a de uma esponja (figura 4D), com canais interconectados entre si.

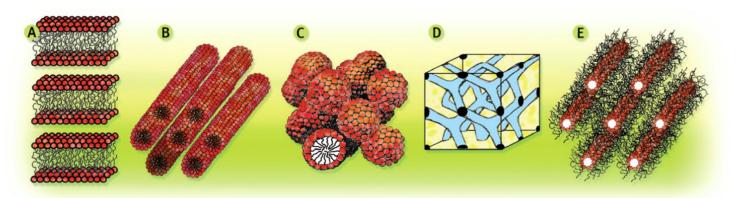


Figura 4. Principais tipos de cristais líquidos liotrópicos: laminar (A), hexagonal (B), cúbico micelar (C), cúbico bicontínuo (D), hexagonal reverso (E)

#### Cristais muito moles

O físico alemão Otto Lehmann (1855-1922) inventou um tipo de microscópio que permitia, a partir de dispositivos acoplados a esse equipamento, aquecer a amostra e, com o auxílio de filtros especiais (polarizadores), observar certas propriedades ópticas dela. A invenção levou a avanços importantes na área de cristais líquidos.

Em 14 de março de 1888, Lehmann recebeu uma carta do químico e botânico austríaco Friedrich Reinitzer (1857-1927), que estava estudando, em Praga, o benzoato de colesterila, substância que havia sintetizado recentemente a partir do colesterol. Como teria feito qualquer bom químico orgânico, Reinitzer tentou caracterizar o novo composto medindo sua temperatura de fusão. Ao fazer isso, observou um fenômeno estranho: o benzoato de colesterila parecia ter duas temperaturas de fusão. A 145,5°C, os cristais brancos fundiam-se, gerando um líquido turvo e branco, que voltava a ser transparente a 178,5°C.

Reinitzer mandou uma amostra na carta a Lehmann, que, ao observá-la ao microscópio que ele havia inventado, notou que o líquido turvo apresentava, ao passar pelos polarizadores, figuras inusitadas de interferência (fenômeno óptico em que se observa a sobreposição de duas ou mais ondas - no caso, de luz - em um mesmo ponto). Isso não ocorria ao se observar líquidos comuns. Esses dois pesquisadores trabalharam arduamente entre março e abril daquele ano, discutindo suas observações e tratando de determinar se esse estranho produto turvo era um líquido ou cristal. No final de agosto de 1889, Lehmann concluiu que ele e seu colega estavam diante de "cristais muito moles", que ele batizou cristais líquidos.

Devido à natureza anfifilica das substâncias que os formam, os cristais líquidos liotrópicos têm a propriedade de dissolver tanto fármacos solúveis em água quanto óleos.

Como consequência de suas altas viscosidades, são capazes de promover a liberação de fármacos muito lentamente, o que permite diminuir a frequência de administração do medicamento – o autor deste artigo faz pesquisa sobre as aplicações farmacêuticas e cosméticas dos cristais líquidos liotrópicos, tanto para a veiculação de fármacos quanto para a estabilização de emulsões.

#### Maionese, leite e creme

Muitos alimentos, como a maionese, o leite e o creme de leite, bem como certos medicamentos e cosméticos que se aplicam sobre a pele, são constituídos por emulsões. A maior parte destas últimas está formada por gotículas tanto de óleo dispersas em um líquido aquoso (emulsão do tipo óleo em água) quanto de um líquido aquoso dispersas em óleo (emulsão do tipo água em óleo).

Quando as gotinhas entram em contato, elas podem se fundir entre si, até finalmente se separarem e formarem uma camada de líquido. Para evitar esse efeito indesejável, juntam-se às emulsões os chamados agentes emulsificantes, cujas moléculas concentram-se na superfície das gotinhas, evitando que elas se unam umas às outras.

Os emulsificantes formam cristais líquidos na presença de certas proporções de água. Se juntarmos uma quantidade suficientemente grande de emulsificante, forma-se, entre as gotinhas de óleo e as de água que rodeiam estas últimas, uma estrutura de cristal líquido laminar que imprime à emulsão uma grande estabilidade. Essas emulsões são chamadas líquido-cristalinas.

#### Ficção científica?

A história dos cristais líquidos tem pouco mais de 100 anos (ver 'Cristais muito moles'). E, como vimos, este 'estado híbrido' da matéria já invadiu nosso cotidiano. É quase impossível pensar em nosso diaa-dia sem essas substâncias. E, a cada ano, mais e mais aplicações chegam ao mercado. Difícil dizer qual será a próxima. Afinal, um dos sonhos de consumo deste início de século, a TV de cristal líquido, soaria como ficção científica há poucas décadas!

#### Sugestões para leitura

PASQUALI, R. C. 'Los cristales líquidos v sus aplicaciones farmacéuticas v cosméticas'. Universitas. Córdoba (2007). PASOUALI, R. C. 'Los cristales líquidos. el cuarto estado de la materia'. Educación en Ciencias, v. 3, n. 7, pp. 55-64 (1999).

#### Na Internet

(em português):
Cristais líquidos:
um estado híbrido
da matéria:
http://cftc.cii.fc.ul.pt/
PRISMA/capitulos/
capitulo3/
modulo7/
Os cristais líquidos:
http://axpfep1.if.usp.
br/~gfcxhp/
os\_cristais\_
liquidos.pdf

## Os corredores de hábitat e a manutenção da biodiversidade



O desmatamento desenfreado tem reduzido as florestas contínuas a pequenos remanescentes isolados. Essas alterações trazem consigo diversas ameaças à diversidade. Para tentar atenuar e mitigar esses efeitos, uma das propostas feitas é a implantação de corredores de hábitat entre os remanescentes. Essas estruturas têm por função conectar remanescentes, aumentando o intercâmbio de indivíduos entre eles. Estudo realizado em áreas ao norte do estado do Rio de Janeiro mostrou que os corredores foram usados por indivíduos de algumas espécies de pequenos mamíferos, o que revelou sua importância para a conservação destes naquela região.

Bruno Cid, Carin Caputo, Verônica Araujo e Adriana Loeser

Laboratório de Ecologia e Conservação de Populações (LECP), Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Tente imaginar essa cena, que com certeza você já viu. Viajando com

a família, de carro ou de ônibus, você olha pela janela. O que muitas vezes você vê? Uma área cercada por arame farpado, com uma vegetação rasteira e algumas cabeças de gado. Mais além, você enxerga um morro baixo, com uma pequena mata, isolada, no topo. Como essa paisagem ficou desse jeito? Provavelmente, todo aquele campo era uma floresta e as árvores das áreas mais planas foram cortadas para a criação de gado. Resta uma dúvida: para onde foram todos os animais que viviam na floresta contínua que antes existia ali? Será que estão todos espremidos, lutando por espaço, naquele pequeno remanescente no alto do morro? Aquela 'ilha' de mata consegue manter algum bicho?

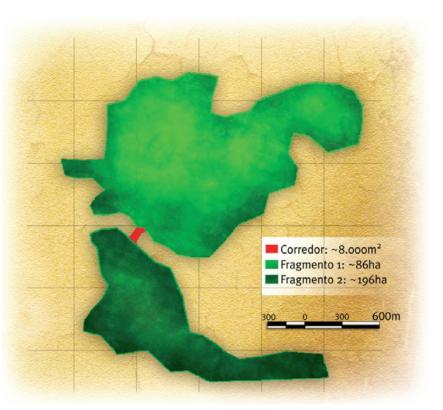
As alterações que o ser humano vem fazendo há muito tempo na paisagem, superexplorando a natureza com o corte de vegetação nativa para atividades como agricultura e pecuária, têm impactos relevantes sobre a biodiversidade. Discutem-se hoje muitas formas de minimizar os efeitos desse processo sobre a fauna de uma região, e uma das propostas é a criação de 'corredores de hábitat', ligando remanescentes florestais.

# Desmatamento e fragmentação

O desmatamento tem sido mais intenso nas áreas tropicais e, sobretudo, na mata atlântica, da qual restam míseros 7% da extensão original, segundo o Programa SOS Mata Atlântica. O desmatamento desenfreado transformou esse bioma, antes contínuo, em pequenos fragmentos espalhados pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. Esse processo é conhecido como fragmentação.

A fragmentação pode ser dividida em dois processos distintos. O primeiro deles é a perda de hábitat, ou seja, a destruição total da floresta, que pode ser considerado o mais prejudicial. O segundo é o processo conhecido como fragmentação, que gera fragmentos isolados, modificando o hábitat contínuo original. Essa 'quebra' do hábitat tem profundos efeitos sobre a fauna: a paisagem passa a apresentar 'ilhas' de vegetação imersas em uma área mais ampla (chamada de matriz) hostil para muitas espécies que vivem na floresta (figura 1). Os efeitos são, em geral, catastróficos, e variam em função de fatores

FOTO DE ERNESTO VIVEIROS DE CASTRO



como a forma, a quantidade e a posição (mais próxima ou mais isolada) dos remanescentes.

Nesse caso, o grande problema é que um fragmento isolado não consegue garantir a existência da mesma quantidade de espécies que a antiga floresta contínua podia manter. Obviamente, os animais que se refugiaram naquela mata isolada, expulsos das outras áreas pelo desmatamento, não conseguiram ficar todos ali, juntos. Algumas espécies precisam de grandes extensões de mata para buscar alimento e se reproduzir (atividades necessárias não só para a sobrevivência de cada indivíduo, mas para a manutenção da espécie em si). Portanto, não têm como sobreviver em áreas menores, sendo extintas localmente. As que não precisam de grandes áreas para se manter experimentam um rápido declínio no tamanho de suas populações, dependendo do tamanho do fragmento.

Que tipo de problema a redução da população de uma espécie poderia causar? Primeiro, uma determinada população pode chegar a níveis tão baixos que, além de não conseguir mais exercer suas funções em determinado ecossistema, pode levar outras populações que dependem dela ao declínio, em função da perda das interações ecológicas. Pacas e cutias, por exemplo, são consideradas grandes dispersoras de sementes, pois as enterram, na tentativa de estocá-las – o fato de esses animais muitas vezes esquecerem o local onde enterraram as sementes propicia a germinação destas. Nas áreas em que

Figura 2. Esquema de um corredor de hábitat (em vermelho) ligando fragmentos (em verde) na Fazenda Rio Preto, em Casimiro de Abreu (RJ)

essas espécies têm populações muito reduzidas ou foram extintas, as sementes antes dispersadas por elas apodrecerão no chão sem germinar, o que pode provocar uma redução das populações dessas árvores ou, até, sua extinção.

A essa altura surge a pergunta: será que existe algo pior do que a perda das interações ecológicas? Claro que sim: a extinção. Populações pequenas correm sério risco de extinção única e simplesmente pelo fato de serem pequenas, mesmo que o ambiente não mude mais e nada mais seja feito contra elas. Isso se dá, em curto prazo, por processos distintos que têm a ver com o acaso (mas não são improváveis), como os efeitos prejudiciais do cruzamento entre indivíduos aparentados, a mortalidade decorrente de mudanças ambientais sazonais ou catástrofes (naturais, como enchentes, ou provocadas pelo ser humano, como incêndios florestais) e os impactos de distorções na estrutura da população (nascimento de poucas fêmeas ou poucos machos, por exemplo).

# Ferramentas para a conservação

Esse grave cenário de devastação e perda de biodiversidade e de interações ecológicas levou os conservacionistas a buscarem soluções para tentar minimizar ou ao menos atenuar os efeitos da fragmentação sobre as comunidades naturais. Uma dessas iniciativas é a implantação de corredores de hábitat (figura 2).

A palavra 'corredor' tem sido usada para diferentes estruturas, que têm as mais diversas funções. Os corredores de hábitat podem ser definidos, de modo simplificado, como elementos lineares da paisagem, que conectam fragmentos antes isolados e podem ser compostos de vegetação nativa remanescente ou vegetação replantada (que também deve ser nativa). Essas estruturas têm como principal função permitir a passagem e o intercâmbio de indivíduos entre as 'ilhas' de vegetação, conectando o que antes estava isolado. Obviamente, como tudo o que está sob experimentação, a proposta dos corredores não tem aceitação unânime. A implantação destes apresenta muitos benefícios, mas também pode trazer problemas para a fauna florestal. Por isso, os corredores têm sido objeto de muitos estudos.

Nosso trabalho foi realizado entre novembro de 2005 e outubro de 2006, em dois conjuntos, cada um contendo um corredor ligando dois fragmentos, imersos em matriz de pasto. Esses fragmentos estão em três fazendas particulares - Rio Preto (conjunto RP) e Santa Helena e Vale do Cedro (conjunto SV) (figura 3) -, localizadas em Silva Jardim, município do norte do estado do Rio de Janeiro. Esses dois corredores foram implantados pela Associação Mico-Leão-Dourado em 1997 (SV) e 2001 (RP) e ambos têm interrupções - cada um é atravessado por uma estrada e um rio. Em nosso estudo foram postas armadilhas para a captura viva de pequenos mamíferos e o objetivo foi verificar o uso dos corredores por estes.

Foram realizadas 470 capturas, de 166 indivíduos pertencentes a 11 espécies. Cinco delas foram de roedores: rato-de-chão (Akodon cursor), camundongo-doméstico (Mus musculus), pixuna (Necromys lasiurus), rato-d'água (Nectomys squamipes) e ratode-espinho (*Trimomys eliasi*). As outras seis espécies são de marsupiais: cuíca-lanosa (Caluromys philander), gambá (Didelphis aurita), cuíca-graciosa (Gracilinanus microtarsus), cuíca-cinza (Marmosops incanus), cuíca (Micoureus paraguayanus) e cuícacinza-de-quatro-olhos (Philander frenatus). Seis dessas espécies apresentaram indivíduos que se moveram entre as áreas (rato-de-chão, rato-d'água, cuíca-lanosa, gambá, cuíca e cuíca-cinza-de-quatroolhos (figura 4) e indivíduos de outras quatro foram capturados nos corredores (rato-d'água, rato-de-chão, cuíca e cuíca-lanosa).

O fato de termos obtido baixíssimos sucessos de capturas nas áreas de pasto, nos dois conjuntos, mostrou que a maioria das espécies não habita as matrizes, por serem muito hostis. Em 2004, os ecólogos Ernesto B. Viveiros de Castro e Fernando A. S. Fernandez, em trabalho com as mesmas espécies, mostraram que a tolerância à matriz seria o principal fator indicador da vulnerabilidade das espécies à extinção em uma paisagem fragmentada. Para eles, aqueles animais que têm baixa tolerância à matriz (os que nunca são encontrados nela) são os mais prejudicados. A função conectiva dos corredores de hábitat seria mais importante para essas

Figura 3.





Figura 4. Pequenos mamíferos para os quais foram registrados movimentos entre fragmentos: cuíca (*Micoureus paraguayanus*) (A), cuíca-cinza-de-quatro-olhos (*Philander frenatus*) (B), cuíca-lanosa (*Caluromys philander*) (C), gambá (*Didelphis aurita*) (D), rato-de-chão (*Akodon cursor*) (E) e rato-d'água (*Nectomys squamipes*) (F)

A criação de corredores não traz benefícios apenas para populações pequenas e isoladas. Essas faixas de vegetação podem trazer espécies novas, vindas de outros fragmentos que estejam direta ou indiretamente ligados, aumentando a riqueza (número de espécies) em todo o complexo conectado por corredores.

Outro ponto a ser considerado é o fato de que, das espécies para as quais foram registrados movimentos entre áreas, apenas quatro (rato-d'água, ratode-chão, cuíca e cuíca-lanosa) usaram, com certeza, o corredor. Isso indica que, dependendo de suas dimensões, de sua idade e estado de conservação, e das condições do dossel (a cobertura propiciada pelas copas das árvores), o mesmo corredor pode ser útil ou não para diferentes espécies. Em função das características citadas, cada corredor pode ser melhor para determinados grupos de espécies com necessidades semelhantes. Essa condição torna necessária a realização de levantamentos de fauna antes da implantação de corredores de hábitat, para que se tenha noção de quais espécies seriam beneficiadas com a criação destes.

Em nosso trabalho, alguns indivíduos de ratod'água, rato-de-chão e cuíca utilizaram os corredores não para transitar entre os fragmentos, mas para residência. Se, por acaso, essas espécies apresentarem comportamento territorialista (defesa do território onde vivem), podem impedir que outros indivíduos usem aquele corredor, o que criaria uma séria dificuldade para a implantação dessas estruturas, por diminuir sua eficácia.

Mas há outras dificuldades. Em primeiro lugar, a criação de corredores não é barata. É alto o custo do plantio das mudas que irão compor o futuro corredor, e também o de sua manutenção, o que muitas vezes é necessário (por exemplo, para evitar o crescimento de ervas daninhas que dificultam o crescimento das árvores). O ideal é que, quando uma área tenha que ser irremediavelmente desmatada, sejam mantidas faixas de vegetação que sirvam como corredores, conectando os fragmentos florestais remanescentes. Assim, evita-se o gasto com plantio e manutenção e assegura-se que a vegetação que compõe os corredores seja nativa.

Entre os possíveis malefícios causados pela implementação de corredores está o fato de que a maior conectividade proporcionada por sua criação pode facilitar o espalhamento do fogo, ampliando os estragos de incêndios (naturais ou provocados). Além disso, os corredores podem facilitar a entrada de organismos indesejáveis no ecossistema, como espécies exóticas invasoras – não só aquelas que podem competir por recursos com as nativas, mas também parasitas e patógenos, com o risco de aumentar a transmissão de doenças e a disseminação de pragas. Por ser em geral mais estreitos que os fragmentos, os corredores podem ainda facilitar a caça ou a predação dos indivíduos que os utilizam.



# Corredores: uma solução?

De experimentos de laboratório até trabalhos de campo abrangendo grandes áreas, muitos estudos visando testar a eficácia dos corredores já foram realizados, incluindo desde insetos até grandes mamíferos. Muitos apresentaram os problemas discutidos acima sobre o uso de corredores, e alguns trouxeram resultados pouco satisfatórios e até contraditórios. De forma geral, porém, a maioria das espécies, pertencentes a diferentes grupos, respondeu de forma positiva à existência de tais estruturas ligando fragmentos de floresta isolados.

Em um trabalho clássico realizado na Carolina do Sul (Estados Unidos), em 2003, o zoólogo Nick Haddad e seus colaboradores, usando uma abordagem pouco convencional, criaram corredores de vegetação inicial em meio a uma floresta de coníferas. Esse estudo mostrou a importância dos corredores de hábitat no direcionamento dos movimentos de indivíduos de espécies pertencentes a grupos tão variados quanto abelhas, borboletas e pequenos mamíferos. Em outro estudo na mesma localidade. em 2006, a bióloga Ellen Damschen e colaboradores mostraram a importância de corredores no aparecimento de novos indivíduos de espécies vegetais nativas pelo aumento dos movimentos dos dispersores de suas sementes (aves, de forma geral) entre os fragmentos.

Em trabalho realizado em 2005 no Quênia (África), o biólogo Ian Douglas-Hamilton e colaboradores discutiram a importância da manutenção de corre-

dores (no caso, áreas abertas) para os elefantes que, através dessas estruturas, realizam grandes migrações anuais de extrema importância para sua sobrevivência.

No Brasil, muitos estudos enfocam a atuação dos corredores de hábitat. Em um deles, realizado por pesquisadores da Universidade de São Paulo (USP) em 2005, no município de Cotia (SP), a bióloga Renata Pardini e colaboradores sugeriram que os corredores podem atenuar os efeitos da perda do hábitat e da fragmentação, aumentando a abundância e riqueza de espécies de pequenos mamíferos em fragmentos pequenos. O Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais é um grande conjunto de estudos realizado no Brasil. Ele é fruto da cooperação entre o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Smithsonian Institution (dos Estados Unidos) e tem como objetivo estudar os efeitos da fragmentação sobre as comunidades naturais na floresta amazônica. Entre suas diversas abordagens está incluída a experimentação de corredores de hábitat na manutenção da biodiversidade.

Esperar que os corredores sejam a solução para todos os problemas gerados pela fragmentação e que favoreçam todas as espécies é um tanto ingênuo. Apesar disso, e mesmo considerando que o uso de corredores é uma estratégia sob experimentação, a aplicação de tal ferramenta conservacionista é recomendada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000) e parece ter um grande potencial no que diz respeito à melhora da situação da fauna e da flora, que têm sofrido cada vez mais, com os malefícios trazidos pela fragmentação.

#### Sugestões para leitura

AYRES, I. M .:

FONSECA, G. A.B.: RYLANDS, A. B. OUEIROZ, H. L.: PINTO, I. P.: MASTERSON D. & CAVALCANTI, R. B. Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil. Belém. Sociedade Civil Mamirauá, 2005 LAMAS, I. R.; PINTO, L. P. S.; FONSECA, M.; LIMA, R. P. N. & LIMA, R. X. O corredor central da mata atlântica: uma nova escala de conservação da biodiversidade. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Conservação Internacional e Fundação SOS Mata Atlântica, 2006. ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V. & ALVES, M. A. S. Biologia da conservação - Essências, São

Paulo, Editora

RiMa. 2006.

# o Sistema Solar e corpos extraordinários

Nos últimos anos, o aprimoramento das técnicas instrumentais
de observação do cosmo tem permitido a descoberta de objetos
cada vez menores e mais distantes do Sistema Solar.

Isso tem levado a um conhecimento mais aprofundado
da própria estrutura, gênese e evolução de nosso sistema
planetário, inclusive com a revisão de conceitos e definições,
como foi o caso recente do ex-planeta Plutão.

#### **Daniela Lazzaro**

Coordenação de Astronomia e Astrofísica, Observatório Nacional (RJ)



# Seus

#### O Sistema Solar é composto por diversas populações de corpos que, em-

bora possíveis de serem diferenciadas, guardam uma ligação que tem origem em sua gênese e evolução comuns. É exatamente essa ligação que torna a separação entre elas, às vezes, difícil.

A primeira das populações do Sistema Solar a ser identificada foi a dos maiores corpos, os planetas. O movimento lento das estrelas com o mudar das estações foi um dos primeiros conceitos físicos de que a humanidade tomou conhecimento. Entretanto, enquanto as estrelas seguiam seu movimento regular, formando desenhos imutáveis ao longo dos tempos, as constelações, havia outros corpos que pareciam passear entre as estrelas, ora vindo, ora indo. A esses corpos foi dado o nome 'planeta' (em grego, errante), sendo eles: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.

A Terra passou a ser incluída na lista dos planetas apenas a partir da aceitação do modelo heliocêntrico (no qual o Sol era tido como o centro do universo) no início do século 17. Em 1781, como desdobramento do advento do telescópio, um sétimo planeta, Urano, veio a ser descoberto. A constatação de que sua órbita divergia daquela prevista, aliada ao trabalho teórico de alguns pesquisadores, fez com que Netuno fosse descoberto em 1846.

#### Planeta X

Em 1930, quase um século depois da descoberta de Netuno, foi então descoberto Plutão (figura 1), considerado o nono planeta do Sistema Solar até 2006, quando, após discussões históricas, foi retirado da população dos planetas e incluído em uma nova categoria, a dos planetas anões.

Esse pode ser considerado o melhor exemplo da dificuldade em separar de forma inequívoca as populações no Sistema Solar. Plutão foi descoberto após anos de procura pelo 'planeta X', que deveria ser responsável pelas discrepâncias que continuavam a existir na posição prevista de Urano, mesmo após a descoberta de Netuno (em tempo: hoje, sabemos que essas discrepâncias vinham da massa incorreta adotada para Urano).

Para surpresa dos pesquisadores, Plutão tinha tamanho e massa muito inferiores aos valores apontados pelas previsões e aos necessários para perturbar a órbita de Urano. Mesmo assim, era o único corpo descoberto naquela região do Sistema Solar, daí sua inquestionável classificação como planeta naquele momento.

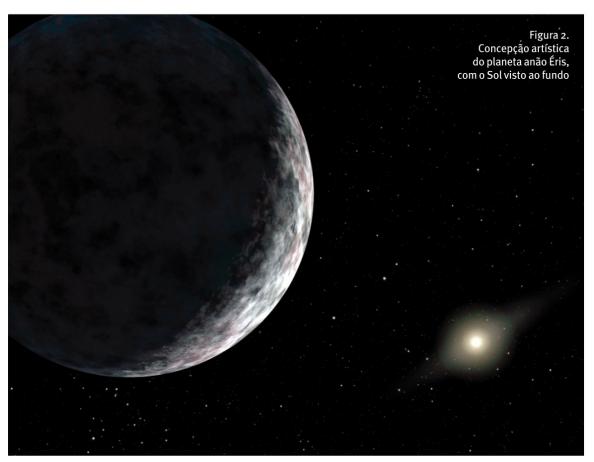
E, como a ciência evolui juntamente com o desenvolvimento tecnológico, também pode mudar a forma de classificar os objetos em classes que representem da melhor forma as características comuns a eles.

#### Objetos transnetunianos

Em dezembro de 1992, foi descoberto o pequeno corpo 1991 QB1, que seria o primeiro objeto do cinturão proposto, cerca de 40 anos antes, pelo astrônomo americano-holandês Gerard Kuiper (1905-1973) e no qual estão alojados pequenos corpos considerados 'restos' da formação do Sistema Solar. Segundo Kuiper, seria razoável esperar que o disco de poeira e gás do qual se formou todo o Sistema Solar se estendesse para além de Plutão, com um decréscimo gradual de matéria. Devido à pouca







quantidade de material ali presente, não teria sido possível formar mais um planeta.

Hoje, cerca de 20 anos após essa descoberta, conhecem-se mais de mil objetos, denominados TNO (sigla, em inglês, para objetos transnetunianos). Entre eles, há aqueles de tamanho comparável ou até superior ao de Plutão, como Éris (figura 2), que tem 2,4 mil km de diâmetro, 100 a mais que o do primeiro.

Foi nesse momento que se percebeu, de forma mais clara, que havia uma característica tanto de Plutão quanto de Éris que os tornavam diferentes dos planetas. Ambos são apenas objetos grandes em uma região povoada por milhares de corpos menores com órbitas similares — que, inclusive, podem se cruzar. Isso em nada os distingue de Ceres (figura 3), o primeiro e maior asteroide entre os milhares que existem na região entre Marte e Júpiter, no chamado cinturão de asteroides.

Vale aqui lembrar que, em 1801, quando Ceres foi descoberto, também se acreditava que ele fosse mais um planeta. Demorou cerca de 40 anos e foi preciso a descoberta de mais corpos na região para que fosse abandonada a denominação de planeta e passasse a se utilizar a de asteroides.

#### Três classes

Uma característica fundamental dos planetas é que eles têm órbitas bem distanciadas entre si e reinam sozinhos em suas zonas de influência. Essa capacidade de eliminar – ou agregar a si – todos os pequenos corpos que existiam nas fases iniciais da formação do Sistema Solar é que faz com que apenas oito corpos (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) sejam hoje considerados membros da população dos planetas.

Para os demais corpos grandes, em regiões povoadas por muitos objetos, a União Astronômica



#### Estudo teórico e observacional

A autora deste artigo tem desenvolvido trabalhos visando a um melhor entendimento da formação do Sistema Solar, a partir do estudo teórico e observacional de pequenos corpos, em particular asteroides e cometas. Sua equipe, o Grupo de Ciências Planetárias do Observatório Nacional, o primeiro do gênero do Brasil, tem ganhado reconhecimento internacional pela realização de um grande mapeamento de composições de asteroides, conhecido como S<sub>3</sub>OS<sub>2</sub>, e pelos trabalhos que se originaram dessa pesquisa.

Daniela Lazzaro é coordenadora do projeto Impacton, que prevê a instalação de um telescópio robótico no sertão de Pernambuco, para realizar o seguimento e a caracterização física de objetos potencialmente perigosos para a Terra. Foi organizadora, em 2005, do congresso internacional 'Asteroids, Comets, Meteors', o mais importante da área. Atualmente, coordena o comitê organizador da Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, o maior evento da astronomia no mundo, que se realizará no Rio de Janeiro (RJ) em agosto deste ano.

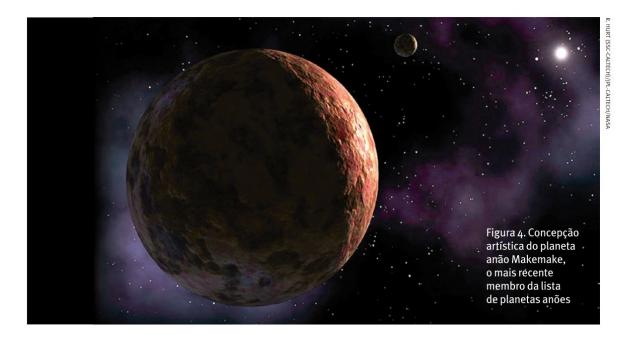
Internacional (UAI), em 2006, decidiu criar uma nova classe de objetos, a dos planetas añões, composta inicialmente por: i) (1) Ceres; ii) (134340) Plutão; e iii) (136199) Éris – os números entre parênteses fazem parte do nome oficial desses corpos e referem-se ao código dado pela UAI para cada pequeno corpo descoberto no Sistema Solar. A estes, veio se somar, em 2008, (136472) Makemake (figura 4), assim como o nome coletivo de *Plutoids* (que poderia ser Plutoides, em português), para designar os planetas añões na região além Netuno.

Assim, a partir de 2006, passamos a ter três classes de objetos no Sistema Solar, reconhecidas pela

UAI: os planetas, os planetas anões e os pequenos corpos. Entretanto, enquanto temos oito planetas e quatro planetas anões (até o momento), a classe dos pequenos corpos contém milhares e milhares de objetos, com características distintas tanto em sua localização quanto em sua composição.

#### Nuvens e cinturões

Entre os pequenos corpos do Sistema Solar, os cometas foram os primeiros a serem identificados como objetos muito diferentes das estrelas e dos planetas, em particular por apresentarem um brilho





não pontual, além de extensas e magníficas caudas. Provenientes da Nuvem de Oort, formam um reservatório que envolve esfericamente o Sistema Solar a distâncias maiores do que 50 mil unidades astronômicas (cada unidade astronômica equivale a cerca de 150 milhões de km, ou seja, à distância entre a Terra e o Sol).

Esses pequenos corpos são compostos de gelos de água, metano, amônia e outras substâncias, pois foram formados, bem como têm permanecido, na parte mais externa e fria do Sistema Solar. Apenas quando algum deles se aproxima do Sol, os gelos passam a ser volatilizados, formando as comas ('cabeleiras') e as longas caudas de poeira, que os caracterizam há séculos (figura 5).

Outro reservatório de pequenos corpos é o cinturão dos asteroides, situado entre as órbitas de Marte e Júpiter. Nas fases iniciais da formação do Sistema Solar, a rápida formação de Júpiter interrompeu a agregação nessa região, fazendo com que milhares de pequenos corpos passassem a evoluir sob a forte influência gravitacional do próprio Júpiter, o que levou objetos maiores do cinturão a colidir e a se fragmentar. Hoje, são conhecidos milhares desses objetos, e muitos mais restam a ser identificados.

Por fim, temos o cinturão transnetuniano, já citado antes. Aqui, também há milhares de pequenos corpos, com composição muito similar à dos cometas. O que os distingue destes últimos é o fato de, por estarem em órbitas sempre longe do calor do Sol, nunca chegarem a volatilizar seus gelos, de forma que não são formadas nem comas nem caudas.

#### Sem coma nem cauda

Identificados em seus reservatórios, os pequenos corpos são facilmente diferenciados entre si. Entretanto, sua classificação a partir das características observacionais não é sempre tão simples. Há cometas que, depois de muitas passagens pelas proximidades do Sol, esgotam seus gelos e deixam de apresentar coma e cauda. Nesse momento, eles se tornam indistinguíveis dos asteroides, por exemplo.

Mais difícil ainda é a identificação de planetas anões. Pela definição da UAI, um planeta anão é um corpo em órbita em torno do Sol, com uma forma esférica e que compartilha com outros corpos uma região. Entretanto, quando se observa um corpo frio e distante do Sistema Solar, a única medida precisa que se obtém é seu brilho, mas nunca sua forma. Isso mostra como pode ser sutil a diferença entre as diversas classes de objetos do Sistema Solar – do contrário, tantos anos não se teriam passado para se perceber e assumir que Plutão é mais similar a um TNO do que a Urano.

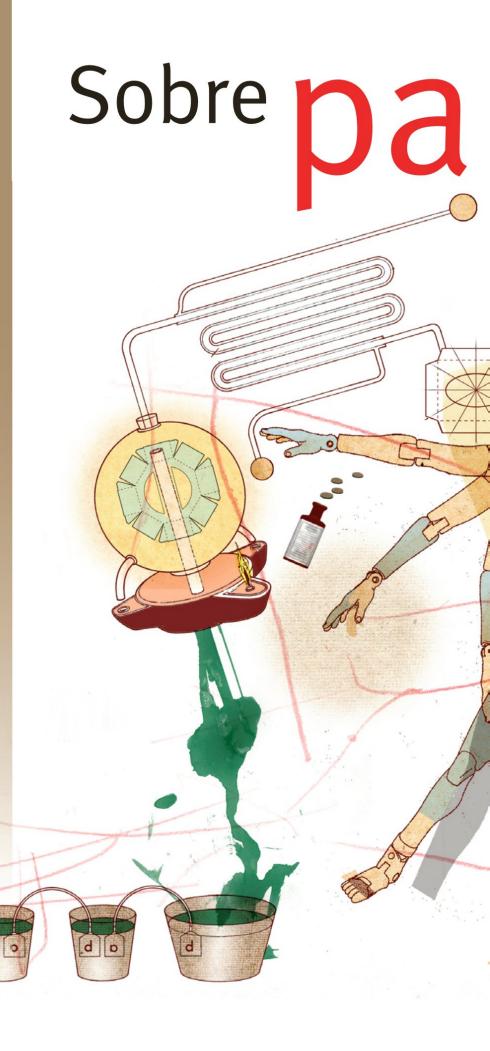
#### Estrutura fundamental

Na realidade, todos os corpos fazem parte de um único contínuo que separamos apenas com o intuito de entender melhor a formação, a evolução e a estrutura do sistema planetário do qual fazemos parte. Isso não é desanimador; muito pelo contrário, é um incentivo para buscar as propriedades mais fundamentais dos objetos descobertos e conhecer a estrutura fundamental do Sistema Solar.

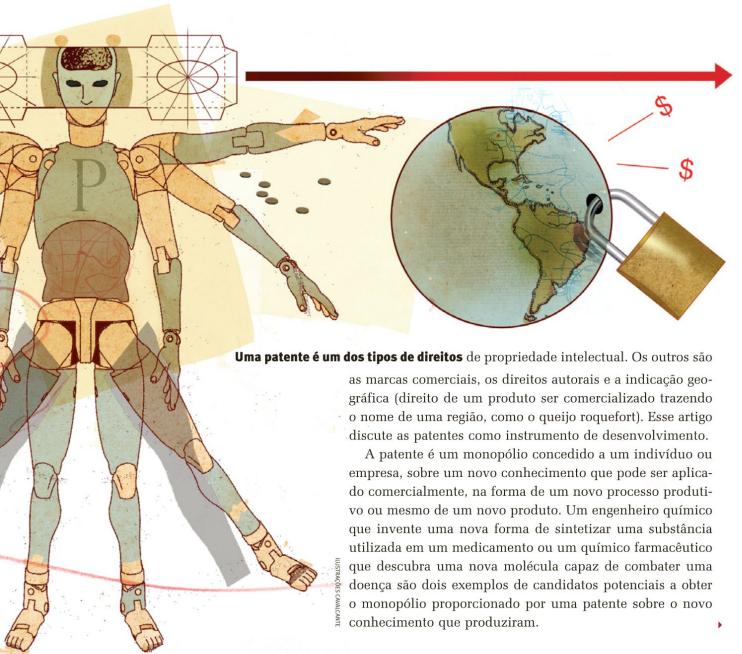
Os países em desenvolvimento têm sido levados a adotar sistemas de proteção mais rigorosos para as patentes desde 1994, com a conclusão da Rodada Uruguai (de negociações comerciais internacionais) e o estabelecimento do Acordo sobre Aspectos Relacionados ao Comércio dos Direitos de Propriedade Intelectual (Trips, na sigla em inglês). Esse artigo discute os efeitos econômicos da adoção de proteção mais rigorosa e inflexível para as patentes, e mostra que essa proteção mais rígida pode ser um obstáculo ao desenvolvimento, inclusive o brasileiro.

#### **Ronaldo Fiani**

Núcleo de Estudos Internacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro



# tentes<sup>e</sup> desenvolvimento



Mas por que conceder um monopólio a esse hipotético engenheiro ou químico? E em que consiste tal monopólio? Vamos considerar primeiro a última pergunta. O monopólio conferido pela patente significa que ninguém pode usar o novo conhecimento sem a autorização do proprietário dessa patente.

O leitor deve notar que a autorização deve ser concedida pelo 'proprietário da patente', que não é necessariamente o inventor do novo conhecimento. Desde o final do século 19, com o crescimento de grandes empresas, em especial químicas e elétricas, instituiu-se de forma decisiva o divórcio entre o proprietário da patente e o inventor. À medida que este se tornava um funcionário trabalhando nos laboratórios das empresas, elas passaram a acumular carteiras de patentes, exatamente como se fossem carteiras de papéis financeiros. Hoje, as patentes importantes estão todas nas mãos de empresas.

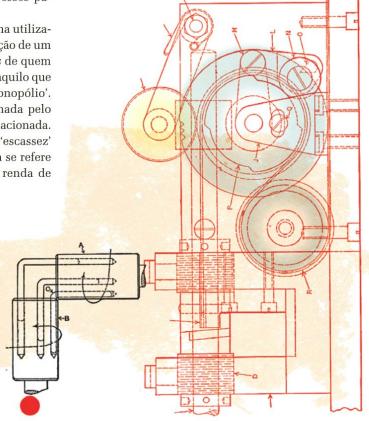
Mas por que as empresas passaram a acumular patentes? Voltamos agora à primeira pergunta: a questão do monopólio representado pela patente. O proprietário de uma patente tem exclusividade no uso do conhecimento novo que ela representa. Somente ele pode utilizar o novo processo produtivo descrito na patente, ou produzir o novo produto a que a patente se refere. Qualquer outra pessoa somente pode utilizar o novo processo produtivo ou produzir o novo produto se for licenciada para isso pelo proprietário da patente. Caso o proprietário da patente conceda uma licença, o licenciado é obrigado a pagar por ela, e esses pagamentos são chamados *royalties*.

Seja, diretamente, ao ter exclusividade na utilização de um processo produtivo ou na produção de um bem, ou indiretamente, ao cobrar royalties de quem licenciou, o proprietário da patente obtém aquilo que os economistas chamam de 'renda de monopólio'. Uma renda de monopólio não é determinada pelo custo de produção daquilo a que ela está relacionada. Ela é determinada exclusivamente pela 'escassez' resultante do monopólio: o ativo a que ela se refere pode ter custado muito menos do que a renda de monopólio que ele gera.

Assim, o monopólio conferido pela patente ao seu proprietário pode gerar uma renda muito superior ao custo da invenção a que ela se refere. Por isso é muito interessante para as empresas manter carteiras de patentes: estas podem resultar em um retorno bem superior ao custo da invenção que as originou, aumentando a rentabilidade das empresas, exatamente como outro título financeiro qualquer.

E não apenas isso: ao conferir uma vantagem a seu possuidor, seja porque permite utilizar com exclusividade um processo produtivo mais eficiente e de menor custo, seja porque concede o direito exclusivo à produção de um bem mais desejado pelos consumidores, a patente pode inibir a competição de empresas concorrentes que não dispõem do mesmo privilégio, ou somente podem dispor dele pagando *royalties* ao proprietário da patente. Ao inibir a competição, a patente pode permitir que a empresa exija preços mais elevados pelo seu produto, o que também aumenta a sua rentabilidade.

Por todos esses motivos, as empresas normalmente têm muito interesse em obter patentes. Esse interesse pode atuar de forma positiva, incentivando as empresas a buscar permanentemente processos produtivos mais eficientes e produtos mais interessantes para os consumidores. Com isso, espera-se, aumentariam as inovações, o que tornaria mais eficientes as empresas e maior o bem-estar da sociedade.

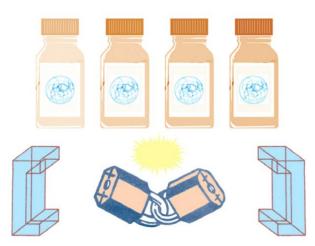


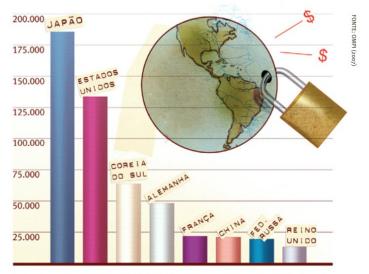
# Monopólio *x* bem-estar social

Há, portanto, duas forças contraditórias com relação ao bem-estar da sociedade atuando na economia a partir da existência das patentes. O poder de monopólio que as patentes conferem às empresas atua 'a curto prazo' reduzindo o bem-estar social, porque diminui a competição e permite que elas elevem os seus preços. Por outro lado, 'a longo prazo' esperase que o volume de inovações aumente e, com isso, o bem-estar da sociedade. A teoria econômica convencional afirma que perderíamos a curto prazo, mas ganharíamos a longo prazo. Esse diagnóstico otimista, porém, depende essencialmente de duas hipóteses.

A primeira é a de que a proteção oferecida pelas patentes não vá além do que seria estritamente necessário para incentivar inovações. Ou seja, que a duração do monopólio concedido pela patente, as condições de exclusividade e de licenciamento e outros aspectos não confiram exclusividade excessiva ao proprietário daquela, além do que seria necessário para incentivá-lo a buscar novidades no processo produtivo ou nos produtos. Caso contrário, isto é, se a duração da patente for superior ao que seria necessário para incentivar a inovação, o proprietário da patente terá um ganho de monopólio superior ao ganho para a sociedade que resulta da inovação.

A segunda é a de que a sociedade em que a empresa exerce seu poder de monopólio obtendo preços mais elevados seja a mesma que será beneficiada a longo prazo com o maior volume de inovações que a empresa produzirá. Se isso não ocorre, nada garante que os benefícios da patente, na forma de uma quantidade crescente de inovações, compensarão o efeito negativo, ou seja, o aumento de preços gerado pelo monopólio.



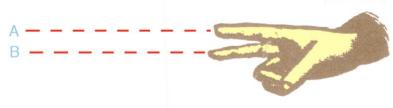


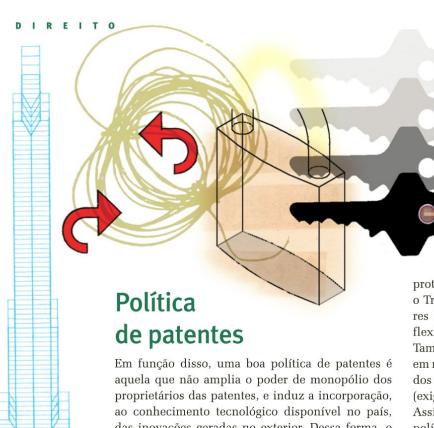
Patentes concedidas mundialmente em 2005, segundo o país de origem, de acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI)

Se, por exemplo, uma empresa farmacêutica gera inovações somente em seus laboratórios no país desenvolvido onde está sua matriz, exportando os novos medicamentos para países pobres, pode muito bem acontecer que, embora as populações dos países pobres paguem mais caro pelos medicamentos, estes não sejam adequados para as doenças desses países, e sim para as dos países ricos. Vários autores têm criticado o pouco empenho dos principais laboratórios, todos de países ricos, em desenvolver remédios para doenças tropicais dos países pobres.

Mesmo se considerarmos outros setores, e não apenas a indústria farmacêutica, o perfil de forte concentração das patentes nos países desenvolvidos não se altera, como mostram dados da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI, ou WIPO, na sigla em inglês), vinculada à Organização das Nações Unidas.

Os demais países que não aparecem na figura sequer chegaram a 10 mil patentes concedidas mundialmente em 2005. No caso brasileiro, em 2005 os pedidos de patentes no INPI chegaram a apenas 20.005, segundo dados do sítio da OMPI (http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/). A mesma concentração das inovações e das patentes aparece quando consideramos as patentes em vigor em 2005: ainda de acordo com a OMPI (2007), 28% delas foram concedidas ao Japão e 21% pertenciam aos Estados Unidos.





Sugestões para leitura

FIANI, R. 'A tendência à harmonização internacional da proteção de patentes e seus problemas', in Revista de Economia Política, 2009 (no prelo). OMPI. WIPO patent report: statistics on worldwide patent activities. Genebra, OMPI. 2007 PENROSE, E. 'International patenting and the less developed countries'. in The Economic Journal, v. 83 (331), p. 768, 1973. SCHERER, F. M. 'The political economy of patent policy reform in the United States' (documento), 2007 (disponível, em inglês, na página www. researchoninnovation. org/scherer/ patpolic.pdf).

aquela que não amplia o poder de monopólio dos proprietários das patentes, e induz a incorporação, ao conhecimento tecnológico disponível no país, das inovações geradas no exterior. Dessa forma, o novo conhecimento poderá beneficiar empresas e consumidores nacionais. Infelizmente, desde o início dos anos 90, a adesão passiva do Brasil ao acordo internacional Trips tem levado o país na direção oposta.

O Trips foi firmado em 1994, com a conclusão da Rodada Uruguai. Essa etapa das negociações multilaterais a respeito do comércio internacional foi muito importante, pois, entre outras coisas, instituiu a Organização Mundial do Comércio, a qual, além de tratar das disputas comerciais entre países, também atua na solução das disputas referentes a direitos de propriedade intelectual.

Isso fez com que a questão dos direitos de propriedade passasse a ser tratada em fóruns internacionais juntamente com o comércio exterior. Dada a importância do comércio exterior, a consequência foi o reforço do 'peso' da proteção de propriedade intelectual, incluindo patentes. Os países que querem uma proteção mais severa de patentes ganharam um foro de grande importância para pressionar por maior rigor e maior garantia de monopólio para as suas patentes. Não apenas a OMC é usada pelos países desenvolvidos como fórum para pressionar por proteção para as patentes das empresas de seus países, como os próprios termos do Trips estabelecem uma proteção bem mais severa de qualquer patente, e a maior parte delas - como vimos - está concentrada em países desenvolvidos.

O Trips uniformizou a duração mínima das patentes em 20 anos, superando os 17 anos que eram norma nos Estados Unidos no momento da adoção desse acordo internacional. Aumentou, assim, a

proteção do monopólio das patentes. Por outro lado, o Trips não permite que os governos excluam setores industriais das patentes (embora admita certa flexibilidade no caso de variedades de plantas). Também impede que residentes sejam privilegiados em relação a estrangeiros, ou que estes sejam obrigados a empregar suas patentes para produção no país (exigência conhecida como working requirement). Assim, no âmbito do Trips, não é possível usar a política de patentes como elemento de política de desenvolvimento e capacitação tecnológica.

RONALDO FIANI tem experiência na área de economia, atuando principalmente nos seguintes temas: serviços de infraestrutura, direitos de propriedade intelectual, instituições e desenvolvimento econômico.

É interessante notar que, ao contrário do que o Trips estabelece, historicamente os países desenvolvidos costumavam ser flexíveis na proteção ao monopólio das patentes, quando isso era de seu interesse, ou seja, quando era importante para que as suas empresas competissem com as estrangeiras. Omite-se, com frequência, o fato de que, durante os primeiros 47 anos do sistema de patentes norte-americano, elas eram concedidas apenas a residentes (como lembrou o economista Frederic M. Scherer em trabalho de 2007).

O mesmo ocorria em nações da Europa. Ao longo do século 19, a Grã-Bretanha, assim como outras nações europeias, não concedia patentes a não-residentes e, caso fosse concedida uma patente a um residente em relação a uma inovação gerada em país estrangeiro, essa patente era acompanhada de um working requirement, ou seja, da obrigação de que a patente fosse empregada na produção dentro do país.

Esses exemplos históricos, juntamente com as críticas que o Trips tem levantado no que se refere ao aumento de custo dos medicamentos para o tratamento da Aids, mostram a importância de o Brasil iniciar uma rediscussão desse acordo, visando tornar seus termos mais adequados ao progresso das nações menos desenvolvidas. Os países desenvolvidos utilizaram a flexibilidade quando lhes foi conveniente, mas, da forma como está redigido hoje o acordo Trips, os países desenvolvidos inovam e as nações em desenvolvimento, que passam a arcar com preços mais elevados, pagam a conta.

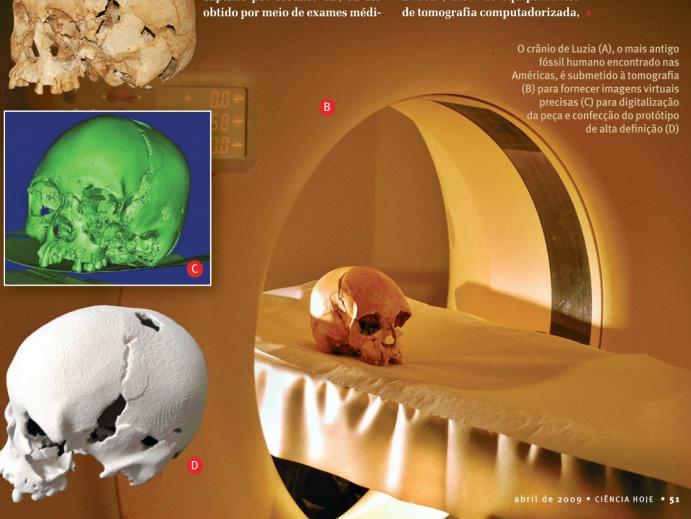
# Múmias digitalizadas

maior acervo científico da América Latina, que se encontra no Museu Nacional, na Quinta da Boa Vista, bairro do Rio de Janeiro, agora conta com tecnologias para produzir réplicas exatas em 3D. A partir de modernas técnicas de escaneamento 3D e prototipagem rápida, o projeto de geração de imagens digitais tem como objetivo o estudo, a preservação e a recuperação das coleções do Museu.

Além de preservarem o acervo original, cujas peças são, em grande parte, raras e frágeis, as réplicas e digitalizações possibilitam exposições itinerantes pelo Brasil e facilitam o intercâmbio de material com instituições de pesquisa de outros países. A iniciativa tem apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e da Clínica de Diagnóstico por Imagem (CDPI).

A prototipagem rápida funciona basicamente como uma impressora 3D que possibilita que um desenho feito no computador, captado por escaner 3D, ou até obtido por meio de exames médicos de imagem, sejam confeccionados tridimensionalmente com rapidez e precisão. Essa técnica é comumente utilizada no desenvolvimento de protótipos de produtos industriais, para que possíveis erros sejam detectados antes do final da produção. Assim, é possível apresentar o produto ao cliente, utilizá-lo em pesquisas de mercado ou em testes de engenharia, sem que ele esteja de fato 'pronto', significando uma grande economia para as empresas.

Para digitalizar o acervo, o Museu Nacional e o INT utilizam escaners 3D com varredura a *laser*, além de equipamentos de tomografia computadorizada



que possibilitam a visualização interna de estruturas sem que seja necessário o manuseio das peças, evitando possíveis danos ao material original. "Não podemos abrir um bloco contendo um fóssil ou um sarcófago de uma múmia, por exemplo, mas os arquivos digitais fornecem imagens que possibilitam sua observação interna", explica Jorge Lopes, pesquisador do Ministério da Ciência e Tecnologia. As imagens fornecidas por esses equipamentos são trabalhadas em programas de modelagem 3D em computadores com monitores interativos, que permitem usar canetas ópticas direto na tela. Em casos selecionados, é feita a construção de réplicas físicas por meio da prototipagem rápida. Para exposição, cada peça é finalizada separadamente, quando são impressas as características do modelo original. Dessa forma, em apenas 20 horas, pode-se ter, por exemplo, a réplica tridimensional em alta definição do crânio de Luzia, mulher que viveu há aproximadamente 10 mil anos em Minas Gerais, que está sendo analisada pela arqueóloga Claudia Rodrigues, do Museu Nacional.

#### Preservação do acervo

A ideia de obter arquivos tridimensionais de suas coleções surgiu após o sucesso da parceria entre o Museu Nacional e o INT no projeto Dinossauros 3D, que foi apresentado em diversos congressos e virou até documentário do canal por assinatura Discovery. A partir daí, Jorge Lopes e Sérgio Alex Kugland de Azevedo, atual diretor do Museu Nacional, repetiram a experiência com as múmias da coleção egípcia, contando com a colaboração do egiptólogo da instituição, Antonio Brancaglion Jr., e da paleopatologista e especialista em múmias da Fundação Oswaldo Cruz, Sheila Mendonça.

Na etapa atual, está sendo aguardada a chegada de dois novos equipamentos para agilizar o processo de digitalização. Outro passo é a qualificação de mais profissionais para operarem os equipamentos. O projeto deverá ser concluído até o fim deste ano e, segundo Lopes, muito possivelmente outros museus implantarão o mesmo método de digitalização de seus acervos.

A digitalização tridimensional a laser e a reprodução de peças fiéis a partir da prototipagem rápida apresentam muitas vantagens para pesquisas científicas. A maioria das coleções do Museu compõe-se de peças muito

#### PROTÓTIPOS DE FETOS PARA ESTUDO

Utilizando a experiência em digitalização e modelagem tridimensional adquirida no projeto em parceria com o Museu Nacional, Jorge Lopes desenvolveu um uso inédito para a prototipagem rápida. Junto com o especialista em medicina fetal Heron Werner, da Clínica de Diagnóstico por Imagem (CDPI), do Rio de Janeiro, e o especialista em modelagem 3D Ricardo Fontes, do INT, Lopes está criando protótipos de fetos ainda dentro do útero materno.

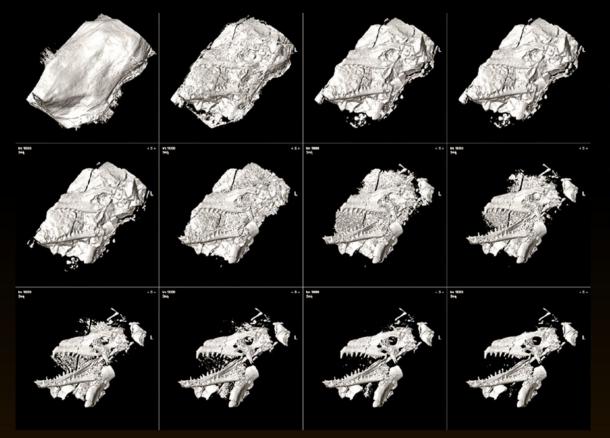
Para conseguir protótipos em tamanho real dos fetos em diversas fases de gestação, Lopes – que atualmente divide seu tempo entre o Rio de Janeiro e Londres, onde desenvolve, no Royal College of Art, tese de doutorado sobre experimentos científicos em 3D – utiliza ima-

ressonância magnética como modelos para a prototipagem rápida. Em Londres, essa técnica está sendo usada com o objetivo de mostrar aos pais como é o filho que está para nascer. Já no Brasil, o foco da pesquisa é o estudo da má-formação de fetos. O método patenteado no Instituto Nacional de Proprie-

gens capturadas por exames de ultrassom e

foi patenteado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). As diferentes aplicações da digitalização e da prototipagem rápida desenvolvidas pelos pesquisadores estão reunidas no

livro *Tecnologias 3 D – Paleontologia, arqueologia, fetologia* (editora Revinter, 2009).



Sequência que mostra a extração virtual de um crânio de crocodilo fóssil incrustado em um bloco, peça do acervo do Museu Nacional, no Rio de Janeiro. O processo foi realizado por meio de tomografia computadorizada

frágeis e, para evitar desgaste de transporte e de manuseamento, elas raramente deixam o prédio da Quinta da Boa Vista. As reproduções físicas que a prototipagem possibilita são, portanto, perfeitas para auxiliar estudos e análises virtuais. "A técnica permite o acesso a informações e detalhes da estrutura das peças que dificilmente seriam vistos a olho nu, com o uso das técnicas convencionais", explica Lopes. Os protótipos tridimensionais ainda podem ser facilmente transportados, promovendo o intercâmbio de materiais entre instituições e até exposições itinerantes.

Pela prototipagem rápida foi possível reconstruir, em 2004, a cabeça de uma múmia egípcia. A bandagem que a envolvia foi retirada virtualmente e criou-se um modelo tridimensional físico do crânio da múmia. Depois, foi feita uma reconstrução virtual 3D e

então pôde-se contemplar um rosto egípcio totalmente reconstituído e ornamentado. Processo semelhante foi aplicado à estatueta de Osíris, deus egípcio da morte e da vegetação. Feita em madeira, a peça, uma das mais frágeis da coleção do Museu, estava muito danificada. "Nós a escaneamos e a reconstruímos. Em seguida, Brancaglion Jr. fez a reconstituição de como ela foi um dia", conta Lopes.

#### Protótipos no mundo

Relíquias históricas estão ganhando protótipos em todo o mundo. No entanto, fora do Brasil o foco das duplicatas são as obras de arte. Já a equipe brasileira do INT e do Museu Nacional desenvolve a técnica em diversas áreas. "Desenvolvemos todas as atividades relacionadas às tecnologias não invasivas de obtenção e impressão 3D, seja de blocos de

fósseis paleontológicos, seja na reconstrução de múmias egípcias ou no escaneamento das coleções arqueológicas", relata Lopes.

Ele destaca alguns marcos do desenvolvimento de técnicas de digitalização pelo mundo. O precursor foi o projeto Michelangelo, desenvolvido por uma equipe das universidades Stanford e de Washington, que produziu, dentre outras réplicas, a famosa cópia de Davi, em 1998, na Itália. Já por meio da digitalização fotográfica foram feitas algumas cópias do acervo do Victoria and Albert Museum, em Londres, em 2006. No ano seguinte, foi realizada a tomografia computadorizada e a reconstrução do rosto de Tutankhamon, projeto patrocinado pela National Geographic.

Marcella Huche Ciência Hoje/RJ

# Barragem móvel

m sistema composto apenas de duas treliças metálicas, uma lona impermeável de alta resistência, cabos e uma bomba hidráulica é capaz de manter os canais de drenagem de uma cidade limpos de maneira mais barata e eficiente que o processo de dragagem. Já utilizada em duas capitais nordestinas, a barragem móvel foi criada pelo engenheiro Petrônio Gama, ganhador do Prêmio Inventor Inovador da Região Nordeste de 2008 outorgado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). O método represa a água que flui pelo canal ou proveniente da variação da maré e usa esse volume para lavar os canais, impedindo o acúmulo de lixo e fazendo, as-

sim, a manutenção preventiva dos mesmos.

Gama conta que a conservação de canais sempre foi problemática, pois os equipamentos existentes só podem ser utilizados quando há muita sujeira acumulada. "O tratamento, assim, acaba sendo apenas corretivo. Além disso, a maquinaria é danosa para a cidade, destruindo calçadas e ruas", acrescenta o engenheiro. A ideia para a barragem móvel surgiu em 1999, quando Gama trabalhava próximo ao canal de Itacaruna, em Recife (PE). "Sempre pensava que deveria haver um sistema mais eficiente do que aquele", comenta.

Segundo o engenheiro, represar e soltar a água não era um conceito novo, o problema era criar uma barragem prática e móvel. Gama levou sua ideia para a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e, com ajuda dos pesquisadores de hidráulica da instituição, criou um modelo capaz de represar 50 cm de água, produzindo pressão superior a 500 kg/m<sup>2</sup>. A proposta atraiu a prefeitura de Recife, que apoiou a construção do modelo final e um teste, bem-sucedido, no canal de Setúbal, também na cidade. "Registrei a patente em 1999 mesmo e, em 2003, quando ela foi concedida, entrei e ganhei a licitação da prefeitura", conta Gama, que criou uma empresa, a Hidromax Construções, para explorar a invenção.

#### Fluxos e marés

A barragem móvel funciona com duas treliças metálicas que servem como suporte para uma lona impermeável. Esta é disposta no fundo do canal e, quando a maré sobe e atinge seu nível mais alto, é içada por meio de cabos. Uma bomba leva mais água para o volume contido na lona, aumentando sua pressão e transformando o conjunto em uma verdadeira barragem, que isola os dois lados do canal. Quando a maré baixa novamente, a parte da lona mais próxima do lado seco do canal é solta, liberando o volume represado, que varre a extensão da estrutura. O lixo arrastado pela descarga d'água é recolhido por uma rede estendida em um ponto posterior à barragem.

Caso o canal não seja afetado pela maré, mas tenha um fluxo contínuo de água, a lona é erguida



A barragem móvel utiliza o próprio volume de água do canal para fazer uma limpeza preventiva NUTRIÇÃO

e a bomba enche o volume interno desta até obter o efeito de barragem. O represamento é mantido até que o nível de água no lado represado chegue ao patamar ideal para gerar a velocidade de arrasto desejada, quando então a lona é solta. Como o sistema da barragem é móvel, ele pode ser usado em vários pontos ao longo do canal. "Normalmente, fazemos uma descarga por dia e ficamos uma semana em cada canal", diz Gama. "Além disso, o fluxo d'água cria um efeito de sucção nas galerias que alimentam o canal, limpando-as e evitando que se tornem criadouros de mosquito", ressalta o engenheiro.

De acordo com Gama, cada barragem é capaz de conservar aproximadamente 8 km de extensão, sendo que o intervalo necessário entre tratamentos é de três meses. O custo desse sistema é cerca de 30% a 40% inferior ao do método convencional de dragagem. "Mas esse cálculo não leva em conta os gastos adicionais, como o reparo das calçadas destruídas pela maquinaria e os transtornos para a população", lembra o engenheiro. Ele conta que havia dificuldade com os editais, uma vez que estes são voltados para os outros sistemas. "Eles pedem coisas que não são importantes no meu método ou, pelo menos, só importam na primeira etapa, que limpa o grosso da sujeira. As posteriores são apenas para manter o canal livre de detritos", explica.

Responsável desde 2003 pela manutenção da limpeza de 23 canais em Recife e, desde 2006, de 11 canais em Aracaju (SE), o engenheiro continua aprimorando o processo. "Queremos torná-lo cada vez mais funcional e barato. Para isso, vamos usar, por exemplo, treliças mais leves," conclui.

#### **Fred Furtado** Ciência Hoje/RJ

#### ALGAS, NOVA FONTE DE ÓLEO RICO EM ÔMEGA-3 E 6

A empresa Imcopa, maior produtora e exportadora de derivados de soja não-transgênica do mundo, sediada em Araucária (PR), está prestes a fabricar, a partir de algas marinhas, um óleo rico em ômega-3 e 6 para alimentar peixes nobres em cativeiro. Até agora, espécies como salmão, truta e bacalhau obtêm esses ácidos graxos da ração que comem, feita em parte com óleo e farinha de peixes menores, como anchovas, manjubas e sardinhas; a outra parte é de óleo vegetal.

"A produção dessa ração consome um terço da farinha de peixe do mundo", afirma o engenheiro de pesca Osires de Melo, responsável pelo projeto, feito em parceria com a Fundação Universidade Federal do Rio Grande (RS). "Para alimentar um único quilo de salmão, são necessários dois quilos de peixes menores", exemplifica Melo. Em todo o mundo, peixes nobres de cativeiro – além de aves e suínos, em menor escala – consomem mais do dobro de alimentos de origem pesqueira que os japoneses e seis vezes mais que os norte-americanos.

O projeto, apoiado pela Financiadora de Estudos e Projetos, começou a ser desenvolvido em maio de 2008, com previsão de ser concluído em três anos. "No momento, criamos meios de alimentar as algas e de propiciar um ambiente adequado para seu crescimento e reprodução", conta Melo. "No final do trabalho, esperamos retirar ácidos graxos poli-insaturados dos tipos ômega-3 e 6 das algas e adicioná-los ao farelo e óleo de soja." Os pesquisadores esperam também poder enriquecer o óleo de soja para consumo humano com esses ácidos graxos. Essas substâncias têm papel essencial na nutrição não só de peixes, mas também do homem. Além de atuar na formação de tecidos neurais, previnem e mitigam doenças, como as cardiovasculares, reumatismo, câncer e doença de Parkinson.

Cinco espécies (três brasileiras) de microalgas ricas em ácidos graxos estão sendo estudadas, e os aspectos positivos impressionam. A capacidade dos peixes de digerir esse produto de origem vegetal é de 90% (nenhum outro alimento alcança esse patamar). Isso reduz a quantidade e a toxicidade das fezes do animal lançadas na natureza. Enquanto um hectare de soja rende 600 litros de óleo/ano, um hectare com tanques de microalgas (com profundidade de 30 cm a 40 cm) pode fornecer até 120 mil litros. Há ainda economia de água doce, já que as microalgas utilizadas requerem apenas água salgada ou salobra para crescer. Além disso, esses micro-organismos, no processo de fotossíntese, retiram gás carbônico da atmosfera e liberam oxigênio. "A produção desse óleo é, portanto, uma alternativa limpa e sustentável", salienta Melo.



Tanques de criação de microalgas em laboratório da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (RS)

# A nova viagem de Colombo

s expectativas em relação à descoberta de petróleo na camada conhecida como pré-sal são grandes. Acredita-se que os reservatórios possam dobrar a produção nacional do óleo, fazendo o país entrar para o seleto grupo dos 10 maiores produtores mundiais. As estimativas de produção, no entanto, variam. A pouca precisão se deve, em grande parte, a características geológicas do terreno: a rocha na qual o óleo está difundido tem poros heterogêneos em tamanho e distribuição, e encontrase coberta por uma camada de sal que pode chegar a 2 km de espessura – sem falar nos mais de 2 km de oceano acima do sal e da grande distância entre as reservas e o continente. As características do óleo aí armazenado, porém, podem compensar os que se arriscam. Leve, de cadeias moleculares curtas, o petróleo do pré-sal é mais próximo da gasolina e de outros derivados de maior valor econômico que o óleo até hoje explorado no Brasil.

A história do pré-sal tem início com a separação da África e da América do Sul e, por isso mesmo, algumas partes da costa africana também abrigam esse tipo de óleo. "A existência de óleo na camada pré-sal já era conhecida, tanto no Brasil quanto na África. O que não se sabia era se existiam as chamadas rochas-reservatórios, rochas onde o óleo fica armazenado, logo abaixo da camada de sal ou se esse petróleo apenas fluía para as camadas mais superficiais da crosta oceânica", conta o geólogo Leonardo Borghi, do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

A questão foi resolvida com a descoberta, em 2004, da existência de tais rochas-reservatórios – no caso estromatólitos – logo abaixo da camada de sal. Os estromatólitos são rochas formadas pela deposição de calcário indu-



## Entenda como se formou

Há cerca de 145 milhões e 500 mil anos, o supercontinente Gondwana começava a se separar, dando origem ao oceano Atlântico sul. Lama e sedimentos provenientes das porções continentais acumulavam-se na fenda que se abria, propiciando a proliferação de diversos micro-organismos. Essa fase de abertura do oceano é chamada pelos geólogos de rifte, e a camada de terra formada nesse período é conhecida como rocha geradora, pois é nela que se forma o petróleo, resultado do soterramento desses micro-organismos, ao longo dos anos, sob condições específicas de temperatura e pressão.



Com a progressiva separação dos continentes, a água do mar começou a entrar no fosso que se abria. Porém, uma barreira – como a vulcânica, que se formou onde hoje se encontra a bacia de Campos (RJ) – impedia seu fluxo constante. O resultado foi o surgimento de uma fina lâmina d'água sob a qual proliferaram bactérias fotossintetizantes. Mais tarde, depois de litificadas, essas bactérias formariam os estromatólitos, a rocha-reservatório de petróleo. A evaporação da água que se acumulava na fenda, por sua vez, levou à formação dos depósitos de sal sob o qual se encontra o petróleo.

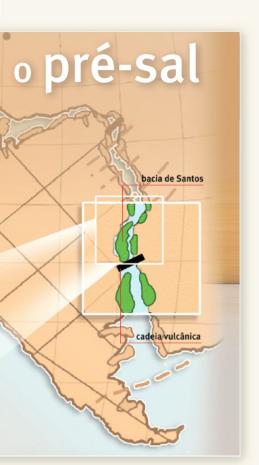


SAÚDE

zida por micro-organismos, em geral bactérias fotossintéticas (ver 'Um passeio pelo passado no shopping', em Ciência Hoje nº 222). Como esses micro-organismos crescem de modo diferenciado de acordo com a oferta de luz, os estromatólitos formados quando eles se litificam (se transformam em rocha) não são homogêneos, ao contrário, têm forma irregular e poros de diferentes tamanhos. É nesses poros que o petróleo fica retido, e é o seu formato irregular que dificulta a estimativa precisa do total de óleo no pré-sal.

#### Mais desafios

Outra barreira que precisou ser vencida para a exploração do présal foi o mapeamento do fundo oceânico. Os aparelhos sísmicos usados para isso lançam ondas que são refletidas pelas rochas do fundo e captadas por sensores especiais. Os dados obtidos são processados por computadores, gerando



um diagrama que é então analisado por um geólogo ou por um geofísico, como um médico faz com uma tomografia. "O problema é que quando o sinal encontra uma camada de sal, o resultado não é claro", diz Borghi. A dificuldade só foi vencida no início da década de 2000 e, em 2004, foi furado o primeiro poço que atravessava a camada de sal em busca de óleo logo abaixo dela. A empreitada, conduzida na bacia de Santos (SP), onde as águas são muito profundas, levou um ano para ser concluída e custou cerca de US\$ 160 milhões. Hoje, a perfuração de um poço nas mesmas condições demanda cerca de US\$ 50 milhões.

Atualmente, os principais desafios em relação à exploração do óleo do pré-sal em escala comercial são em relação a como perfurar o sal. "O sal é uma rocha maleável, sua forma pode mudar dependendo, por exemplo, da pressão aplicada sobre ela. Isso significa que pode acontecer que, ao furar um poço, o sal feche o furo", diz Borghi. A Petrobras, que já tem a concessão para explorar o pré-sal em alguns campos, começou testes de longa duração da tecnologia de perfuração no campo Tupi, em Campos (RJ), em março deste ano. A empresa acredita que em 2017 a exploração do petróleo será rotina.

Outros desafios a serem vencidos são: a diferença de temperatura entre o óleo que sai dos campos de pré-sal (entre 60°C e 70°C) e o ambiente (em torno de 4°C) que pode levar ao entupimento dos dutos que recolhem o petróleo devido à formação de parafinas - e o transporte do óleo para o continente. "A exploração do pré-sal pode ser comparada à viagem de Colombo. É preciso muito investimento e muito conhecimento acumulado, mas a perspectiva é da descoberta de um novo mundo", finaliza Borghi.

#### Mariana Ferraz

Ciência Hoje/RJ

#### **LEISHMANIOSE SILENCIOSA**

Portadores de leishmaniose visceral que não apresentam sintomas de infecção podem ajudar os pesquisadores a entender melhor o funcionamento da doença. A expectativa é que o estudo dessas pessoas evidencie detalhes sobre o processo de resposta imunológica e mostre se os portadores assintomáticos constituem reservatórios do protozoário que causa a leishmaniose.

O trabalho, realizado em Três Lagoas (MS) por pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), acompanhou, até agora, 202 parentes de portadores de leishmaniose visceral. Os pesquisadores descobriram que, apesar de não apresentarem sintomas, 36,4% deles haviam tido contato com o protozoário causador da enfermidade.

Ana Lucia Lyrio de Oliveira, da área de medicina tropical da UFMS, explica que a leishmaniose visceral provoca febre, perda de peso e até a morte. No caso dos pacientes assintomáticos, há o risco de que venham a manifestar quadros mais graves em decorrência de coinfecções causadas por outros agentes. "A leishmaniose se manifesta quando o organismo está com a resistência baixa, por isso ela é hoje muito comum em pessoas com doenças como a Aids", explica.

A leishmaniose visceral é transmitida pela picada de um tipo de inseto, o flebotomíneo. Assim, outra preocupação dos pesquisadores é que os pacientes assintomáticos funcionem como fontes para a transmissão do protozoário para outras pessoas. "Existem poucos trabalhos sugerindo que indivíduos assintomáticos funcionem como reservatórios do protozoário; por isso, também estamos investigando essa questão", afirma Oliveira.

USP GANHA PRÉDIO SUSTENTÁVEL • Um edifício ambientalmente sustentável passou a integrar a cidade universitária da Universidade de São Paulo. O Centro de Estudos de Clima e Ambientes Sustentáveis (Cecas) é o primeiro prédio desse gênero na universidade. Resultado da parceria entre o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), o Centro foi planejado para ter consumo zero de energia por meio de tecnologias e iniciativas de reduzido impacto ambiental. Reunindo pesquisas multidisciplinares de várias unidades da universidade, o Cecas abrigará a Rede Temática sobre Mudanças Globais, o Centro de Ciências da Terra e do Ambiente e o Laboratório de Modelos para a Sustentabilidade das Construções.



# Um mal difícil de combater

cirurgia de redução do estômago – também chamada de cirurgia bariátrica - precisa ser encarada apenas como o início de um longo tratamento contra a obesidade. Segundo um estudo feito no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), pacientes que se submeteram à operação podem apresentar problemas alguns anos após a cirurgia, como aumento de peso, alcoolismo, bulimia e desejo incontrolável de fazer compras, entre outros tipos de compulsão.

O estudo começou em 2005, sob a coordenação do médico Bruno Zilmerstein, esteve interrompido durante um certo período, mas foi retomado recentemente. Para a psicóloga Marlene Monteiro da Silva, que participou da pesquisa, acompanhando cerca de 80 pacientes obesos antes e após a cirurgia bariátrica, a operação não é milagrosa, como os pacientes imaginam. "Apenas a cirurgia não é suficiente para manter a perda de peso e melhorar a qualidade de vida do paciente. A obesidade está relacionada à compulsão e à angústia, e a cirurgia de redução de estômago não interfere nesses problemas", explica, lembrando que cerca de oito anos depois do procedimento, o peso pode aumentar novamente.

Segundo a psicóloga, a maioria dos pacientes não perde a compulsão por comida. "Eles acreditam que, com a cirurgia, nunca

mais engordarão. Acham que podem comer um pouco de tudo, e assim saem do regime", relata. Monteiro da Silva diz que o obeso compensa sua angústia comendo, o que não cessa com a operação. Em alguns casos, o paciente busca uma compensação em outras coisas, como no álcool ou em compras. A bulimia e a anorexia também surgiram em alguns operados.

"O fato de muitos pacientes depositarem expectativas na cirurgia além do emagrecimento também contribui para o surgimento de problemas anos mais tarde. A cirurgia bariátrica não vai fazer com que as pessoas arranjem um emprego ou um parceiro", adverte a psicóloga.

O estudo prevê o acompanhamento psicológico e médico constante dos pacientes (ver 'Avaliação nacional'). Segundo Monteiro, a avaliação psicológica antes da cirurgia e a explicação dos riscos e possíveis problemas dela decorrentes permitem que os pacientes tenham uma visão mais realista do procedimento. "O acompanhamento feito por nutricionistas, endocrinologistas, gastrenterologistas e psicólogos deve continuar pelo resto da vida", afirma.

**Isabela Fraga** *Ciência Hoje*/RJ



Um estudo de âmbito nacional sobre cirurgia bariátrica começa a ser feito no Brasil ainda neste semestre. Nos próximos dois anos, uma equipe de pesquisadores liderada pelo cirurgião Cláudio Mottin, diretor técnico do Centro de Obesidade e Síndrome Metabólica do Hospital São Lucas, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), acompanhará a evolução de 1.600 pacientes de todo o país. A equipe pretende analisar o estado clínico, nutricional, laboratorial e psicológico de cada paciente, para que se possa finalmente ter dados consistentes sobre a realidade desse tipo de cirurgia no país.

Ao contrário da equipe da USP, Mottin é mais otimista com relação aos resultados da cirurgia bariátrica. Segundo ele, boa parte dos obesos que faz redução do estômago consegue levar vida normal após a cirurgia. "Sabemos disso na prática, mas queremos expressar a realidade do país em números."

Na opinião do pesquisador da PU-CRS, as informações sobre cirurgia bariátrica no Brasil são precárias. "Tudo o que temos se limita aos arquivos internos de alguns hospitais", afirma "Com o estudo, queremos avaliar os resultados das intervenções em todo o país, especialmente as realizadas no sistema público de saúde." Para isso, a pesquisa - que tem o apoio do Ministério da Saúde - será feita em oito diferentes pontos do território nacional, envolvendo todas as regiões brasileiras.

As primeiras cirurgias de redução de estômago foram feitas nos Estados Unidos na década de 1950. No início houve vários erros, mas as técnicas evoluíram muito. Nos anos 80, quando a prática chegou ao Brasil, os riscos já eram bem menores. Em 2008, foram realizadas cerca de 25 mil cirurgias bariátricas no Brasil.

**Henrique Kugler** 

Especial para Ciência Hoje/PR

#### **SURPRESAS NA BAÍA DE GUANABARA**

Uma espécie exótica registrada pela última vez na baía de Guanabara há 17 anos e que se julgava desaparecida, foi reencontrada por pesquisadores brasileiros. Uma pesquisa coordenada pelo biólogo Luís Felipe Skinner, do Grupo de Ecologia e Dinâmica Bêntica Marinha da Universidade do Estado do Rio de Ianeiro (Uerj), constatou a existência da espécie - Ciona intestinalis, um cordado primitivo - na região da baía próxima ao bairro carioca da Urca. A hipótese da presença da espécie foi confirmada a partir de experimentos em que seus predadores foram impedidos de entrar em caixas plásticas por meio da utilização de redes. No interior das caixas, uma placa de granito servia como base para a fixação de diversos animais, entre eles, a Ciona.

Além da Ciona intestinalis, Skinner e sua equipe também constataram a existência de mais duas espécies exóticas na baía: a esponja Paraleucilla magna e o poliqueto Branchioma. Cabe lembrar que as espécies exóticas são aquelas que foram levadas, pela ação do homem, a áreas em que não são originárias. "As regiões onde há maior incidência de espécies marinhas exóticas são aquelas de maior atividade portuária e poluição, como a baía de Guanabara", observa o biólogo.

Segundo Skinner, até agora não foram constatadas consequências negativas da existência dessas espécies exóticas no bioma da baía. "Isso se deve provavelmente ao fato de as populações dessas espécies serem controladas por peixes e outros predadores", explica ele. Em outros lugares - como, por exemplo, a Austrália -, a Ciona compete por espaço, alimento e oxigênio com espécies nativas, podendo reduzir a biodiversidade local. Na baía, a predação natural impede o crescimento descontrolado dessas espécies, e elas exercem influências até positivas: além de conferir beleza à paisagem







Ciona intestinalis (A), Branchioma (B) e e Paraleucilla (C), espécies exóticas na baía de Guanabara

marinha, servem de alimento para 🚆 peixes e outros animais.

O segundo passo da pesquisa envolve justamente o estudo do controle populacional de espécies exóticas por predação natural. "Vamos ver se essas e outras espécies exóticas existem em outros locais do estado do Rio, como, por exemplo, em Sepetiba e Arraial do Cabo, e estudar melhor a forma como os predadores impedem que elas aumentem de quantidade", anuncia Skinner.

# Rugas ou riscos?

bioplastia parecia ser a solução perfeita da cirurgia estética: injeções de beleza sem cortes, reaplicações ou preços exorbitantes. O segredo da bioplastia tem um nome comprido: polimetilmetacrilato (PMMA), injetado na forma de microesferas na pele do paciente por meio de microcânulas, uma espécie de seringa sem ponta. Embora as injeções de PMMA sejam muito populares sendo aplicadas até em salões de beleza -, a substância 'milagrosa' pode ser absorvida pelas células, provocar inflamações ou causar deformações devido à movimentação dentro do organismo. A denúncia é de Cláudio Cardoso de Castro, chefe do Serviço de Cirurgia Plástica da Faculdade de Medicina da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e autor de pesquisa sobre os efeitos do polimetilmetacrilato na cartilagem humana.

A bioplastia é utilizada para corrigir pequenas imperfeições e atenuar os sinais de envelhecimento. Assim, aplica-se a substância nas maçãs do rosto, nos lábios, no queixo, no nariz, no contorno da face, nos glúteos, nas panturrilhas, no pênis, nos ombros, nas mãos e em rugas de todos os tipos. Embora corrente, o termo bioplastia, como nota o pesquisador, é incorreto, uma vez que o material usado (o PMMA) é sintético.

O procedimento anuncia diversas vantagens em comparação à cirurgia plástica convencional. É um processo minimamente invasivo e pode-se sair do consultório pronto para voltar à rotina normal. Não envolve gastos com hospital, anestesistas ou auxiliares. O paciente não sofre cortes ou sente dores. "Parecia uma solução milagrosa, mas agora estamos vendo os resultados, que, com frequência, se tornam pesadelos", alerta

Castro. Ele afirma que muitos pacientes que se submetem ao procedimento reclamam de coceira, vermelhidão ou pequenas feridas no local onde o PMMA foi injetado. A cada baixa de imunidade, é possível que a pessoa desenvolva uma inflamação na região. Castro observa que o tempo para essas reações aparecerem depende de cada paciente.

#### Riscos à saúde

Para averiguar os resultados da aplicação do PMMA em correções estéticas, Castro realizou uma pesquisa no Hospital Universitário Pedro Ernesto (Hupe), da UERJ, que contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj). O cirurgião reuniu 21 pacientes do Serviço de Cirurgia Plástica do Hupe (12 mulheres e nove homens), entre 18 e 77 anos, portadores de orelha de abano. Aplicou-se PMMA na cartilagem da orelha. A escolha de pacientes com esse tipo de problema teve

OTO LATINSTOC



**PALEONTOLOGIA** 

de retirada do tecido cartilaginoso, seis meses depois, sem causar danos a essas pessoas.

As amostras de tecido foram analisadas no Serviço de Anatomia Patológica do Hupe. "Os resultados foram alarmantes", relata Castro. Em todos os casos houve reabsorção da substância pelo organismo e aparecimento de inflamações. Dos 21 pacientes, 20 tiveram infiltração celular e houve a formação de nódulos em 18 deles. A pesquisa revelou que o preenchimento não é definitivo e que há a possibilidade de migração do PMMA para outras partes do corpo.

A migração da substância é explicada pela fagocitose das microesferas pelos macrófagos. Os macrófagos são as principais células de defesa do organismo, que ingerem e destroem elementos estranhos que penetram o corpo, isto é, realizam a fagocitose. Segundo os defensores da bioplastia, as microesferas de PMMA são um material biocompatível derivado do petróleo, cujos diâmetros seriam de 35 a 40 micrômetros (µm) - um micrômetro equivale à milésima parte do milímetro, tamanho que impossibilitaria a fagocitose pelos macrófagos.

Já na pesquisa desenvolvida por Castro, a fagocitose das microesferas foi observada em 100% dos pacientes. "Esta é uma evidência da possibilidade de migração. Esse dado sugere que o diâmetro das microesferas é menor que  $35~\mu m$  e, portanto, passível de fagocitose", afirma o cirurgião. Se esse processo acontece, a migração pode ocorrer e o caráter permanente do procedimento fica comprometido.

Os casos de inflamação corroboram a tese de que o PMMA, na verdade, é uma substância não compatível com o organismo. Antibióticos e corticoides são receitados para amenizar os sintomas da inflamação cíclica, embora sejam pouco eficazes. A retirada da substância é também uma alternativa; contudo, trata-se de um procedimento cirúrgico difícil, segundo Castro, já que ela é absorvida pelo tecido. Como o material tende a seguir a força da gravidade, é comum o surgimento de algumas deformações. Por exemplo, se colocado na parte superior do nariz, ele tende a se posicionar na ponta.

#### Absorção pelo organismo

O PMMA é autorizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e começou a ser utilizado na área de saúde em 1936, em próteses dentárias. Na década seguinte, passou a cobrir defeitos na superfície do crânio e servir como prótese de quadril e, mais tarde, como cimento ósseo (usado para preencher defeitos em ossos). Desde os anos 90, a substância é utilizada na medicina estética como microimplante injetável na forma de microesferas homogêneas em partes moles do corpo.

Os materiais utilizados para preenchimento em cirurgias plásticas podem ser biodegradáveis (de origem animal, biológica ou sintética) ou não-biodegradáveis (de origem sintética). Os biodegradáveis são reabsorvidos pelo organismo do paciente e, por isso, não têm efeito prolongado e necessitam reaplicações frequentes. Já os não-biodegradáveis, como não são absorvidos, tornam-se permanentes. Isso faz com que essa categoria, na qual se inclui a bioplastia com uso do PMMA, venha sendo cada vez mais procurada pelos pacientes. Castro adverte, porém, que há outros meios que representam menor risco para aqueles que buscam melhorias estéticas. "A aplicação de ácido hialurônico é uma opção mais segura", aconselha o cirurgião.

Marcella Huche Ciência Hoje/RJ

#### FÓSSIL AJUDA A ENTENDER EVOLUÇÃO DOS MAMÍFEROS

A descoberta de um crânio de cinodonte, animal que viveu entre 200 e 250 milhões de anos atrás, pode ajudar os cientistas a entender melhor a evolução dos mamíferos. Com 95% de suas partes preservadas, o fóssil é o mais completo crânio do gênero já encontrado na América Latina.

O estudo dos cinodontes constitui uma boa fonte de informação sobre a evolução dos mamíferos, pois ambos fazem parte do mesmo eixo evolucionário. Segundo os autores da descoberta, o paleontólogo Sergio Furtado Cabreira e o biólogo Lúcio Roberto da Silva, ambos da Universidade Luterana do Brasil (Ulbra), uma das estruturas que revelam a relação entre os grupos é a mandíbula. "Os cinodontes apresentavam a mandíbula constituída pelo osso dentário e outros ossos pós-dentários menores, à semelhança dos répteis. Já os mamíferos têm a mandíbula formada por um único osso. Durante o processo evolucionário, os ossos mais posteriores da mandíbula dos cinodontes vieram a constituir os ossos do ouvido médio dos mamíferos. Assim, os cinodontes representam o meio do caminho entre os primitivos animais de mandíbula composta por vários ossos e os mamíferos", explica Cabreira.

Esse é exatamente o motivo que torna o fóssil encontrado agora tão valioso: sua mandíbula está muito bem preservada, assim como todo o crânio, que tem 95% de suas peças no local original. O material também ajudará os cientistas a ter uma melhor datação do terreno onde o fóssil foi encontrado, no município de Dona Francisca, no Rio Grande do Sul. O local é considerado pelos pesquisadores o 'paraíso' dos fósseis do Triássico (período entre 251 milhões e 199 milhões e 600 mil anos atrás) no Brasil. "Raramente voltamos do campo sem um exemplar", festeja o pesquisador.



# Novos parâmetros para a pobreza

magine duas famílias com uma mesma renda média. Uma delas mora em uma favela perto do centro da cidade, onde vive de maneira precária, mas tem acesso a água, transporte e oportunidades de emprego do centro próximo. A outra vive na periferia, distante do centro, com transporte precário, risco de alagamento e fornecimento de água intermitente. É possível afirmar que essas duas famílias, com a mesma renda mensal, estão em similar condição de pobreza? Certamente não.

A pobreza é heterogênea e depende de inúmeros fatores, além daqueles já contabilizados em censos e pesquisas tradicionais. É a partir dessa ideia que pesquisadores do Núcleo de Estudos de População (Nepo), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), desenvolveram o Projeto Vulnerabilidade. O projeto visa, a partir da reunião de dados censitários e levantamentos amostrais da população das zonas metropolitanas de Campinas (SP) e da Baixada Santista (SP), estabelecer outros parâmetros para a classificação e a estratificação de áreas pobres, como o risco de alagamento, ter ou não casa própria, o estado de conservação da moradia etc.

O objetivo do projeto é entender a dinâmica da distribuição e da mobilidade espacial nessas regiões (Campinas e Santos), bem como os impactos da moradia – negativos ou positivos – em seus habitantes.

#### Riscos e dificuldades

Os pesquisadores adotaram o conceito de 'vulnerabilidade', que deu nome ao projeto. "Vulnerabilidade, nesse sentido, é a capacidade de uma determinada população enfrentar os riscos e as dificuldades sociais e ambientais daquela área", explica o demógrafo José Marcos Pinto da Cunha, coordenador do projeto. Segundo ele, essa capacidade depende de 'ativos' tangíveis e intangíveis a que a população tem acesso. Ativos tangíveis são bens ou elementos concretos, como um carro, uma casa ou uma bicicleta; enquanto ativos intangíveis seriam as relações pessoais (família, vizinhança etc.) que podem se tornar 'ativos' no enfrentamento dos riscos.

Por riscos entendem-se as consequências negativas que podem resultar da precariedade de vida dessas populações. "Por exemplo, uma mulher, mãe de dois filhos pequenos, que quer trabalhar fora, pode ter carro, uma casa em boas condições e um bom emprego. Mas de nada adianta ter tudo isso se não houver alguém que cuide dos seus filhos enquanto ela estiver fora", explica Cunha. "Por isso, as relações pessoais são importantes para tornar as pessoas aptas a enfrentar dificuldades."

#### Zonas de vulnerabilidade

Os pesquisadores primeiramente analisaram os dados dos censos relativos às zonas metropolitanas de Campinas e Santos, com foco nos anos de 70, 80, 91 e 2000. A partir daí, começaram-se a identificar e mapear as áreas que foram denominadas de 'zonas de vulnerabilidade', ou seja, aquelas em que as situações de infraestrutura, educação, saúde e mercado de trabalho são mais ou menos precárias. "Os dados dos censos, no entanto, são incompletos e ignoram aspectos importantes nessa categorização, e por isso não foram suficientes no mapeamento das zonas", afirma Cunha. Então, 🖁



QUÍMICA

na segunda fase do projeto, o grupo elaborou um extenso e complexo questionário, que abordava elementos como a percepção da população acerca do ambiente em que vive, as relações sociais e a incidência de problemas de saúde.

Durante as visitas domiciliares para o preenchimento dos questionários, os pesquisadores depararam-se com uma dificuldade: a maior parte das famílias de classe mais alta, moradoras dos condomínios verticais, recusou-se a respondê-los. "Isso compromete parte dos resultados que tratam das regiões mais abastadas das zonas metropolitanas de Campinas e Santos", ressalva o demógrafo.

#### Mulheres na chefia

O produto dessas duas fases foi um sumário de dados de caráter diagnóstico e não-analítico dos questionários e da análise censitária. A partir daí foi possível caracterizar a heterogeneidade socioespacial das duas regiões, não apenas pelo maior detalhamento das informações das várias dimensões sociodemográficas, como também porque a amostra permitiu dividir as regiões em estratos homogêneos, as zonas de vulnerabilidade. Em Campinas, foram classificadas quatro zonas e, na Baixada, três.

Alguns pontos do sumário chamaram a atenção dos pesquisadores. Por exemplo, o número de membros por domicílio, que vai de encontro à ideia convencional de famílias pobres com muitos filhos: "Em média, os domicílios tinham menos de quatro membros", afirma o demógrafo. A relação entre famílias chefiadas por mulheres e uma condição de pobreza maior também foi desmistificada: "As famílias com chefia feminina não se restringem mais às parcelas mais pobres da população, e vêm crescendo cada vez mais em todas as faixas sociais", relata Cunha.

#### Aplicação prática?

Os pesquisadores também consideraram, a partir do sumário de dados, que o mercado de trabalho é a principal fonte de ativos. "Quem tem um bom emprego enfrenta boa parte dos riscos ambientais sociais e habitacionais", explica o demógrafo. O poder público, segundo ele, seria uma fonte de oportunidades. "O Estado poderia fornecer condições que tornassem as populações menos vulneráveis."

Para Cunha, o sumário não é o fim do projeto. "Os resultados preliminares têm repercutido bastante na esfera acadêmica, e há vários alunos de mestrado e doutorado trabalhando com eles", conta. Ainda não há, entretanto, uma proposta específica de política pública baseada nessas informações. "Mas esperamos que, a partir dos novos dados, os governantes façam uma aplicação mais prática deles." Os dados podem ser consultados pela internet no endereço: www.nepo.unicamp.br/ vulnerabilidade.

#### Isabela Fraga

Ciência Hoje/RJ



#### **ESTÁVEIS E VERSÁTEIS**

Eles não são inflamáveis, não evaporam, podem ser recuperados após o uso e têm muitas aplicações. Esses 'produtos-maravilha' são os líquidos iônicos, uma classe especial de sais fundidos que são líquidos em temperatura ambiente. Desenvolvidos pela equipe do químico Jairton Dupont, do Departamento de Química Orgânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), essas substâncias valeram ao cientista o Prêmio Finep Inventor Inovador da Região Sul e do Brasil de 2008. "Qualquer sal, como o de cozinha, pode ser fundido, mas para isso é necessária uma temperatura de 801°C, o que torna difícil sua utilização. Já com os líquidos iônicos, essa limitação desaparece", explica Dupont, que trabalha com o tema desde 1992.

Segundo o químico, os líquidos iônicos são polímeros (compostos de repetições de moléculas) nanoestruturados e se alteram apenas em condições extremas, como em temperaturas acima de 400°C, sendo, portanto, muito estáveis. Além disso, têm diversas aplicações para pesquisas espaciais e processos industriais. "Trabalhando junto com a Petrobras, desenvolvemos um sistema catalítico para hidrogenação de derivados de petróleo que permite uma melhor separação dos produtos e a recuperação dos líquidos iônicos usados", conta Dupont. "Essas substâncias também são consideradas essenciais para a química verde [ambientalmente correta], pois não escapam para a atmosfera e não são miscíveis com a água, sendo também estudadas para a área de energia renovável, principalmente para produção e armazenamento de hidrogênio", acrescenta o químico.

#### CENTRO PARA DOENÇAS NEGLIGENCIADAS •

O pavilhão Casa Amarela da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, abrigará o Centro de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde (CDTS), onde será a futura sede do Instituto Nacional de Ciência & Tecnologia (INCT) de Inovação em Doenças Negligenciadas, desenvolvido com apoio da Faperj e do governo federal. O CDTS apoiará pesquisas de diversas áreas e desenvolverá tecnologias para gerar novos fármacos e vacinas, além de contar com uma área para experimentação animal, laboratórios de apoio e laboratórios flexíveis (de dimensões variáveis e que poderão ser utilizados por pessoas externas à Fiocruz). Iniciadas em setembro de 2008, as obras do centro deverão ser concluídas até o final de 2010.

# A ciência nos laboratórios da polícia

ão é ficção. A polícia técnicocientífica carioca já tem à sua disposição um banco de dados de DNA de pessoas desaparecidas. O banco abriga o resultado da análise de amostras de ossadas e outros tecidos de vítimas não identificadas encaminhadas pelo Instituto Médico Legal Afrânio Peixoto (IML), no Rio de Janeiro. As informações irão ajudar os policiais a desvendar, não só casos de desaparecimento, mas também crimes.

O banco de dados de DNA é resultado do projeto Localizar, iniciativa do Instituto de Pesquisas e Perícias em Genética Forense (IPPGF) financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj). Desde 2005, os pesquisadores do projeto recebem e analisam amostras de indivíduos não identificados enviadas periodicamente pelo IML. "Pretendemos também incluir resultados de amostras armazenadas no IML em um período anterior à existência do IPPGF e começar o cruzamento desse material com os dados de parentes de pessoas desaparecidas", diz a perita Selma Sallenave Sales, bióloga molecular e coordenadora do projeto.

As amostras consistem principalmente de ossadas que, uma vez no laboratório, são limpas e processadas em um pulverizador, processo que expõe as células do interior do osso, de onde é, então, extraído o DNA. "Em geral usamos entre um e dois gramas de material, o que já é suficiente para uma boa análise", afirma a perita, acrescentando que músculos e vísceras, desde que estejam em bom estado, também podem ser utilizados.

#### Identificando desaparecidos

As amostras de DNA ficam à disposição da polícia, mas há muitas etapas a serem cumpridas até que se prove necessário o uso desse material. Em primeiro lugar, a família deve registrar o desaparecimento em uma delegacia. Nesse momento, são anotadas informações como: local do desaparecimento e idade, características físicas, sinais particulares e os trajes do desaparecido. Caso haja alguma semelhança com algum corpo alocado no IML, a família é convocada para fazer a identificação. Só então, caso essa identificação não seja satisfatória, e dependendo da natureza da investigação, algum parente pode ser convocado ao laboratório do IPPGF. "Em conformidade com o protocolo policial, não adianta vir aqui diretamente solicitar o exame", lembra Kátia Araújo, diretora do IPPGF, "os parentes precisam 🖇 ser indicados pela autoridade 🖁



No tubo da direita, amostra de osso antes da pulverização. No da esquerda, material já triturado que será usado para a extração do DNA. Ao fundo, o pulverizador

ARQUEOLOGIA

competente e, só então, serão convocados".

No laboratório, a pessoa convocada terá seu sangue (ou saliva) coletado e analisado. "Caso a pessoa que esteja em busca de seu parente seja a avó ou a mãe, podemos fazer uma primeira triagem analisando o DNA mitocondrial, transmitido apenas pela linhagem materna. Ou podemos trabalhar com o cromossomo Y, transmitido unicamente de pais para filhos homens", diz Sales.

Em seguida, são analisadas regiões específicas do DNA das amostras selecionadas. Conhecidas como STR (da sigla em inglês Short Tandem Repeats), essas regiões servem para identificar o parentesco entre as pessoas. "É importante salientar que elas não dão nenhuma indicação da propensão ao desenvolvimento de doenças ou qualquer outra informação que possa ser usada para atos discriminatórios", observa Sales. A conclusão das análises é então entregue à autoridade solicitante, que se encarrega de transmitir os laudos à família.

Muitas dessas inovações que chegaram aos departamentos e laboratórios da Polícia são frutos da parceria com universidades. O projeto Localizar, por exemplo, é o resultado de uma parceria com os biólogos Rodrigo Soares de Moura Neto, do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e Rosane Silva, do Instituto de Biofísica da mesma universidade. Além disso, o IPPGF recebe estagiários de diferentes universidades. "Esse relacionamento é muito bom, cada lado aprende com o outro. Nós oferecemos bons materiais para pesquisa e acompanhamos as novas tecnologias que são desenvolvidas", afirma a diretora do instituto.

Mariana Ferraz Ciência Hoje/RJ

#### TUPIS-GUARANIS HABITAVAM O LITORAL HÁ CERCA DE 3 MIL ANOS

A datação de carvões de um sítio arqueológico em Araruama, no Rio de Janeiro, confirma o que até então era considerado improvável: que os índios tupis-guaranis já habitavam o litoral da região Sudeste entre 2600 e 2900 antes do presente (a.p.). Mas, se a descoberta prova a ocupação em tempos mais remotos do que se acreditava, também suscita uma nova questão, uma vez que os carvões analisados fazem parte de uma fogueira composta por cascas de árvores e construída junto a uma urna funerária. É a primeira vez que esse tipo de fogueira é encontrado em um ritual funerário e os cientistas agora buscam explicações para

A coordenadora da pesquisa é a antracóloga (especialista na análise de carvões arqueológicos) Rita Scheel-Ybert, do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Scheel-Ybert conta que, no final dos anos 90, duas amostras de carvões do sítio de Morro Grande, em Araruama, foram datadas como sendo de 1740 a.p. e 2920 a.p.

"A datação do material em 1740 a.p. já foi uma surpresa e fez o sítio de Morro Grande ser considerado o mais antigo do Rio de Janeiro. Mas achei que havia algo errado quando, durante as pesquisas de meu doutorado, encontrei a data de 2920 a.p. Essa data contrariava a tese dominante de que os tupis-guaranis haviam começado a deixar a Amazônia cerca de 2000 anos a.p.", conta, acrescentando que, apesar da desconfiança, inicial, uma análise posterior confirmou que a amostra tinha origem humana, sendo,



Vestígios de urna funerária dos índios tupis-guaranis encontrada no sítio arqueológico de Morro Grande, em Araruama (RJ)

provavelmente, relacionada a uma estrutura de queima de cerâmica. Além dessa confirmação, a datação de uma terceira amostra do mesmo sítio apontou que esta tinha a idade de 2600 anos a.p. "Agora parece claro que os tupis-guaranis já habitavam a região nessa época", diz Scheel-Ybert.

Essa terceira amostra é justamente a da fogueira de cascas de árvores encontrada junto à urna funerária. Os pesquisadores acreditam que seja um caso de transferência de um uso prático do fogo para um uso ritual. "O fogo produzido pela casca das árvores era usado para a preparação de cerâmicas por ser muito intenso. Acreditamos que essa intensidade tenha levado os índios a optarem por seu uso nos rituais de morte, em que o fogo serve para iluminar o caminho da alma até o paraíso ou para afastar os maus espíritos", diz a pesquisadora.

FILHOTE DE HARPIA NASCE EM CATIVEIRO • Nasceu, no dia 15 de janeiro, o primeiro filhote de harpia reproduzido em cativeiro com sucesso no Sul do Brasil, na unidade de proteção ambiental da Itaipu Binacional, Refúgio Biológico Bela Vista. A importância do feito se dá pelo fato de a harpia (também chamada de gavião real ou uiraço-verdadeiro) ser considerada quase extinta no Paraná e rara no território brasileiro, além de ser a ave símbolo do Brasão de Armas do estado. Para evitar sua morte, a harpia recém-nascida deverá ser mantida em uma estufa com clima e alimentação controlados por 30 dias, e depois será devolvida ao recinto onde estão os pais.

O ORLANDO KISSNER/SMCS

### Violência familiar

asos de agressões físicas graves contra crianças podem ser até mil vezes mais frequentes do que o reportado pelos médicos nos hospitais de emergência. Negligência e agressões psicológicas também são bem mais comuns que o notificado. É o que mostra um estudo realizado em dois dos principais hospitais do Rio de Janeiro.

Pesquisadores compararam as fichas de notificação de suspeita de agressão fornecidas pelos médicos com os resultados de entrevistas com os responsáveis pelas crianças que chegavam para atendimento. Enquanto os médicos relataram suspeita de agressões psicológicas, negligência ou agressões físicas em menos de 1% dos atendimentos, os responsáveis pelas crianças - em geral, as mães – relataram ter tido esses comportamentos quando eram 'aborrecidos' pelos filhos com frequência de, respectivamente, 94,8%, 52,3% e 38,7%, ao longo do último ano.

Pode-se pensar que apenas a existência de médicos mais atentos resolveria o problema. Mas a situação é mais delicada do que aparenta. "A subnotificação pode ser fruto de diversas circunstâncias", lembra uma das responsáveis pelo estudo, Claudia Leite Moraes, epidemiologista do Programa de Investigação em Violência Familiar, do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Ueri) e do mestrado em Saúde da Família da Universidade Estácio de Sá. "A falta de treinamento para reconhecer os sinais da agressão, a rotina atribulada das emergências e até o medo de repreensão por parte dos parentes da criança são alguns dos motivos que podem levar o profissional de saúde a não relatar sua suspeita", completa.

A burocracia também pode ser um problema. Moraes pondera que muitas vezes os médicos fa-

zem a notificação e a encaminham para o Conselho Tutelar e para a Secretaria Municipal de Saúde, mas não recebem retorno sobre o andamento dos casos. Segundo ela, pode ainda acontecer que os

conselhos tomem medidas nem sempre consideradas adequadas, como, por exemplo, o questionamento da guarda das crianças. "Esses fatos deixam os médicos receosos de notificarem tais eventos", afirma.

#### Denúncia e bem-estar

Aos responsáveis pelas crianças, os pesquisadores apresentaram um formulário de 22 questões, que abordavam suas atitudes frente aos aborrecimentos causados pelos filhos. "O formulário é todo pensado de forma a estabelecer uma relação mais íntima com as mães, para que, assim, elas se sintam à vontade para falarem sobre suas formas de relacionamento com os filhos", explica Moraes.

Segundo a pesquisadora, a intenção não é a denúncia, mais sim a garantia do bem-estar da criança e da família. "Uma criança que é vítima da violência aprende que esse é o caminho para a resolução dos conflitos. As repercussões são muito mais graves do que apenas os resultados imediatos da agressão."

Para Moraes, nos últimos anos, o Brasil vem fazendo um bom trabalho para combater a violência contra as crianças. Cartilhas, propagandas e folhetos educativos já são entregues aos pais e estão disponíveis nos postos de saúde. A pesquisadora destaca também os avanços na legislação, como a criação dos Conselhos dos Direitos da Criança e do Adolescente e dos Juizados Especiais, e o fato de as notificações terem se tornado obrigatórias em todo o território nacional. "Mas, infelizmente, os resultados são mais lentos do que gostaríamos."

Mariana Ferraz Ciência Hoje/RJ



66 • CIÊNCIA HOJE • vol. 43 • nº 258

#### Marcelo Visentini Kitahara

Grupo de Genômica de Corais (doutorando), Escola de Farmácia e Ciência Molecular, Universidade James Cook (Austrália)



## Muito além da escuridão

Os corais de águas profundas, recentemente localizados em grandes concentrações no fundo oceânico do sul do Brasil, a mais de 200 m de profundidade, constroem hábitats de grande importância ecológica. Os 'recifes' formados por eles abrigam enorme diversidade de peixes, crustáceos, moluscos e outros organismos marinhos, formando ricos 'oásis' no gelado e escuro fundo oceânico. Tais corais podem colonizar águas profundas porque não vivem em simbiose com algas unicelulares (que precisam da luz solar), como a maioria das espécies de corais de águas rasas. No entanto, mesmo recentemente descobertos, esses enigmáticos habitantes do fundo do mar brasileiro já estão ameaçados, pois suas comunidades são diretamente impactadas por diferentes tipos de instrumentos de pesca. Outros países já criaram áreas de proteção e/ou exclusão da pesca para proteger os recifes de profundidade. No Brasil, a luta apenas começou.

guas quentes, limpas e pobres em nutrientes situadas em regiões tropicais. Estas são as principais necessidades de uma comunidade que exibe uma das maiores biodiversidades do planeta: os recifes de corais de águas rasas. Grandes colônias de corais da ordem Scleractinia (que reúne aqueles que segregam carbonato de cálcio na forma de aragonita e usam esse material em seus esqueletos) são as principais responsáveis pela formação dos recifes de águas tropicais. Esses animais mantêm uma relação de simbiose com algas unicelulares do gênero Symbiodinium, conhecidas como zooxantelas. Essas microalgas vivem na camada de tecido mole do coral e em alguns casos sua concentração supera 1 milhão de espécimes por cm² desse tecido (figura 1).

Nessa relação, com o auxílio da fotossíntese realizada pelas algas, os corais fixam o carbonato de cálcio com maior eficiência, recebem oxigênio e grande parte de suas necessidades energéticas, e têm o dióxido de carbono e outros produtos tóxicos de seu metabolismo removidos. Em troca, o hospedeiro protege a alga de predadores (principalmente animais do plâncton) e fornece subprodutos de seu metabolismo, essenciais para as pequenas algas. Por conta dessa associação, muitas espécies de corais só vivem em áreas marinhas de baixa profundidade (até cerca de 60 m), onde a luz solar penetra, fornecendo energia suficiente para a fotossíntese das microalgas.

Existe, no entanto, um grupo de corais, relativamente pouco estudado, capaz de sobreviver sem o 'apoio' das microalgas. Também são escleractínios: das cerca de 1,5 mil espécies dessa ordem conhecidas, cerca de 650 não têm simbiose com as algas, e por isso são chamados de corais azooxantelados. Como não dependem dessa simbiose, tais corais não estão restritos a locais com alta incidência de radiação solar, podendo sobreviver em profundidades abissais

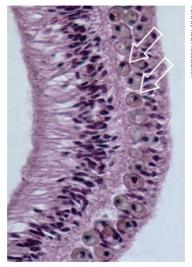


Figura 1. Amostra de tecido mole de coral escleractínio de águas rasas. As setas indicam as algas que vivem em simbiose com esses invertebrados

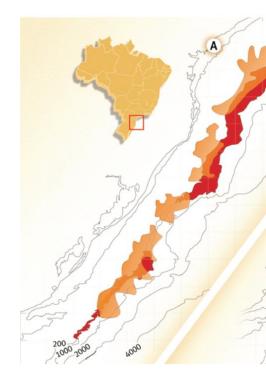
FOTO DE TRACY AINSWORTH

#### **OPINIÃO**

(o registro mais profundo é de cerca de 6 km), com temperaturas próximas ou inferiores a 0°C. Eles sobrevivem absorvendo os nutrientes transportados por correntes marinhas, principalmente as oriundas das zonas polares.

Da mesma forma que muitas espécies de águas rasas, algumas espécies de corais de profundidade conseguem colonizar grandes áreas, construindo verdadeiros 'recifes' em profundidades maiores que 200m. No entanto, em sua grande maioria, as espécies que ocorrem em águas profundas não formam colônias – os indivíduos (pólipos) vivem isolados (figura 2). Devido à grande importância ecológica, esses invertebrados tornaram-se tema de discussões em diversos países. Pesquisas vêm indicando que as grandes concentrações de corais de profundidade podem ser consideradas importantes reservatórios da biodiversidade marinha, por seu valor como hábitats e áreas de alimentação, procriação e refúgio para um imenso número de espécies de vertebrados e invertebrados.

Em águas brasileiras, apesar da escassez de dados, o conhecimento atual sobre corais de profundidade sugere a ocorrência de 59 espécies, que podem ser divididas entre 41 gêneros e 10 famílias. Esse número provavelmente está subestimado, devido à carência de pesquisas dirigidas à coleta de animais desse grupo. Entre as espécies registradas recentemente para a plataforma e o talude continentais do sul do Brasil destacamse as espécies coloniais Lophelia pertusa, Solenosmilia variabilis, Madrepora oculata e Pourtalosmilia conferta, principais construtoras dos recifes de profundidade e responsáveis pela chamada biocenose coralígena. Nesse fenômeno, o

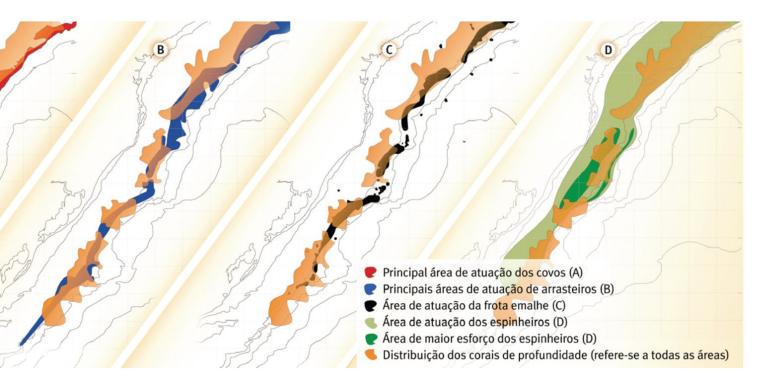


desenvolvimento, pelos corais, de um fundo marinho rígido a partir de um inconsolidado (areia ou lama, por exemplo) cria novos hábitats e novas condições de vida não só para a fauna que vive fixa ao fundo marinho, mas também para animais que realizam curtos deslocamentos locais e mesmo para aqueles que percorrem longas distâncias nos oceanos.

Essas características ecológicas (principalmente a atuação como bioatratores naturais) tornam as comunidades coralíneas alvos da indústria pesqueira mesmo antes que sejam conhecidas ou estuda-



Figura 2. Algumas espécies de corais azooxantelados da plataforma e do talude continentais do sul do Brasil: colônia de *Madrepora oculata* (A) e espécies solitárias *Caryophyllia scobinosa* (B), *Stenocyathus vermiformis* (C) e *Desmophyllum dianthus* (D) – para os três últimos, imagens do cálice (à esquerda) e da lateral dos indivíduos



das. Comparações das áreas de pesca mais utilizadas pelas embarcações arrendadas em águas sul-brasileiras demonstram que as pescarias - seja de arrasto (redes que 'varrem' o fundo), de emalhe (redes suspensas com flutuadores), com covos (gaiolas-armadilhas) ou com espinhéis (linhas com grande número de anzóis) concentram-se sobre e/ou no entorno das comunidades de corais de profundidade (figura 3). Essa constatação coincide com estudos feitos em águas do Atlântico Norte, que apontaram maior quantidade de peixes e crustáceos em locais próximos aos recifes de profundidade do que em áreas onde estes não existem.

O fato de que os corais de águas profundas têm taxa de crescimento menor que a das espécies de águas rasas tropicais, e a falta de dados sobre a captura acidental desses animais, tornam impossível, no momento, avaliar o tamanho do impacto já causado pela frota pesqueira de arrasto de fundo. Esse tipo de pesca, pouco seletiva, é reconhecida mundial-

mente como uma das mais prejudiciais aos corais de águas profundas. Em águas sul-brasileiras, relatos de observadores de bordo descrevem centenas de quilos de corais capturados em poucas horas nessa modalidade de pesca. Esses relatos, além de imagens obtidas nos barcos, são provas contundentes da ameaça a essas comunidades.

Outros tipos de pesca em águas profundas, que utilizam petrechos não móveis, são apontados em poucos estudos como grandes causadores de danos aos recifes de profundidade. Entretanto, coletas e relatos feitos por observadores de bordo nessas modalidades de pesca (emalhe, covo e espinhel de fundo) constataram a captura de corais. Em muitos casos, foi descrito que os petrechos de pesca são lançados ao mar no momento em que equipamentos de leitura de fundo (sonar ou ecossonda) indicam grandes concentrações coralíneas. Esses equipamentos normalmente se 'enroscam' nos corais, arrancando grandes fragmentos dos mesmos.

Figura 3. Principais áreas de atuação das diferentes modalidades de pesca profunda, ou seja, covos (A), arrasto de fundo (B), emalhe de fundo (C) e espinhel de fundo (D), sobrepostas à distribuição dos corais de profundidade no sul do Brasil

A redução dos recursos pesqueiros da plataforma e do talude continentais no sul do Brasil, causada pela pesca excessiva e pela destruição do hábitat, vem levando os 'arrasteiros' a procurar novos estoques, em maiores profundidades (mais de 700 m), visando em especial à captura do camarãocarabineiro (Aristaeopsis edwardsiana), o qual está intimamente relacionado aos recifes. Isso confirma que a destruição dos ecossistemas coralíneos resulta na diminuição dos recursos, demonstrando que a preservação desses hábitats, com a criação de áreas de exclusão da pesca, é essencial para a sustentabilidade da biodiversidade de águas marinhas profundas e para a sustentabilidade econômica da pesca.

# Desafios ao pedagogo

#### Ivonaldo Leite

Núcleo de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (campus Vitória)

relação entre ciência, educação e pedagogia tem sido marcada por certa controvérsia. Afirma-se, por vezes, que a pedagogia é incapaz de produzir reflexões científicas. Esse ponto de vista, entretanto, resulta da dicotomia positivista entre conhecimento 'puro' e 'aplicado', que recusa ao pedagogo o status de cientista da educação. Para alterar essa situação, é necessário superar alguns desafios.

A palavra 'educação' tem origem no termo latino educatio. Este parece sintetizar duas outras palavras latinas, educare e educere. A primeira pode ser traduzida como 'alimentar', 'cuidar', 'criar'; a segunda, como 'tirar para', 'conduzir para', 'modificar um estado'. Portanto, segundo a definição

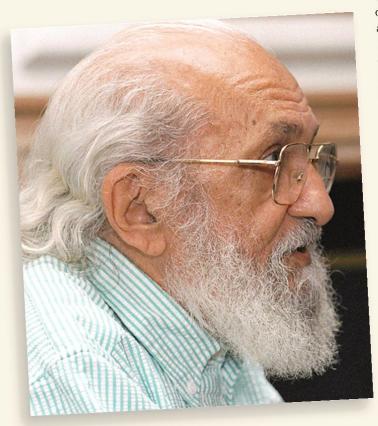
> etimológica, educar é conduzir de um estado a outro, agindo de maneira sistemática sobre o ser humano com o objetivo de preparálo para a vida num determinado meio. O cientista, por sua vez, é o fiel depositário da scientia, quer dizer, também de acordo com a origem latina, 'do conhecimento racional sobre a natureza das coisas e sobre as condições de sua existência, obtido através da observação, da experiência dos fatos e

de um método próprio'.

O brasileiro Paulo Freire (1921-1997) é um exemplo de pedagogo como cientista da educação: ele foi capaz de articular teoria e prática

Já 'pedagogo' vem dos termos gregos paidós (criança) e agogé (condução), e pode ser entendido como 'condutor de criança'. Segundo uma definição mais atual e ampliada, do francês Jean Houssaye, no livro Pédagogues contemporains (Pedagogos contemporâneos), de 1996, o pedagogo não pode ser nem um puro e simples prático, nem um puro e simples teórico. Ele está entre os dois. A ligação entre teoria e prática deve ser permanente e irredutível, e é ela que permite a produção pedagógica. O prático da educação não é um pedagogo, é mais um utilizador de ideias ou sistemas pedagógicos. Mas o teórico da educação também não é um pedagogo, pois não basta apenas pensar o ato pedagógico. Somente será um pedagogo aquele que fizer surgir 'um mais' 'na' e 'pela' articulação de teoria e prática em educação.

Essas definições permitem algumas ilações. Se educar é conduzir de um estado a outro; se o cientista é o fiel depositário da scientia; se o pedagogo é, mais que condutor de criança, aquele que efetiva a articulação de teoria e prática em educação; é preciso aceitar também o pedagogo como 'cientista da educação'. Isso implica ter uma perspectiva clara a respeito de aspectos como: a) as



70 • CIÊNCIA HOJE • vol. 43 • nº 258

potencialidades e o lugar da pedagogia na esfera do conhecimento científico; b) o âmbito de atuação profissional do pedagogo; e c) o processo de construção de sua identidade profissional.

### Articulação teoria-prática

Em trabalho publicado em fins dos anos 90 (Pedagogia e pedagogos, para quê?), José Carlos Libâneo reclamou dos muitos reducionismos presentes no campo da educação, em especial o 'sociologismo' e o 'psicologismo'. Nessa situação, afirmou, os pedagogos não conseguem ordenar seu discurso e a própria prática profissional. As causas disso são diversas: desde a forma como as ciências são definidas, com base na distinção entre conhecimento 'puro' e 'aplicado', até a maneira como alguns pedagogos – por uma formação inconsistente teoricamente e/ou por incompreensão conceitual entendem seu campo de atuação.

No primeiro caso, acredita-se que certos ramos do conhecimento configuram apenas a aplicação das ditas 'ciências puras'. Na esfera educativa, afirma-se, não há lugar para outra disciplina científica, pois esta não teria um atributo básico exigido pela concepção convencional de ciência – um objeto –, já que a educação seria ocupação, por exemplo, da sociologia e da psicologia. Assim, a pedagogia não seria produtora de saber científico, mas uma mera 'aplicação' de outras ciências.

Esse entendimento é passível de vários questionamentos. Cito apenas dois. Primeiro, ele reproduz o caduco 'modo de ação' positivista no campo da análise social, introduzindo neste um procedimento adotado nas ciências naturais, que trabalham com materiais 'inertes' e lidam com eles de forma 'unilateral' (ou seja, os mesmos não interagem com o pesquisador). Ganham corpo, assim, as noções de 'puro' e 'aplicado'. Nesse caso, existiriam as ciências

sábias, que teorizam, e suas linhas auxiliares, limitadas a 'aplicar' o teorizado. Esse ponto de vista, porém, tem sido descartado até no contexto das ciências 'exatas', como fez, por exemplo, o russobelga Ilya Prigogine (1917-2003), premiado com o Nobel de Química, no livro *O fim das certezas* (1996).

O outro questionamento foi classicamente formulado pelo filósofo francês Jean-Jacques Salomon (1929-2008) em Science et politique (Ciência e política), de 1970. Ele é lapidar ao assinalar que a ideia de uma separação entre o conhecimento 'puro' e o 'aplicado' não passa de resquício de uma atitude elitista de origem aristotélico-escolástica, constituindo, na realidade, um obstáculo ao desenvolvimento da ciência

Voltando às razões da dificuldade de (auto)afirmação da pedagogia, pode-se dizer que alguns pedagogos, ao defender que a base de sua identidade profissional é a docência, cometem um equívoco que limita essa disciplina. Todo trabalho docente é pedagógico, mas nem todo trabalho pedagógico é docente. O mesmo vale para certas ideias sobre a relação entre pedagogia e didática. Há uma tendência a considerar que a pedagogia é o modo como se ensina, o uso de técnicas de ensino. O trabalho pedagógico, assim, diria respeito à metodologia, aos procedimentos. Essa é uma visão reducionista, que confunde didática e pedagogia. A didática, um ramo da pedagogia, centra-se nos objetivos, nos conteúdos, nos meios e condições de ensino. O âmbito da pedagogia é mais amplo: a teoria e prática da educação nos seus vínculos com a prática social global. Esse entendimento é a base para a discussão sobre o potencial da pedagogia para produzir reflexões científicas.

Diferentemente de outros países, no Brasil não há graduação Segundo
a definição
etimológica, educar é
conduzir de um estado a outro,
agindo de maneira sistemática
sobre o ser humano com
o objetivo de prepará-lo para
a vida num determinado
meio

em ciências da educação. Não existe um curso que reúna as diferentes abordagens da educação: da sociologia, da história, da economia, da filosofia, da psicologia, da antropologia, da linguística e de outras áreas. Na ausência desse curso, tais disciplinas relacionam-se com a educação de modo parcial e sem articulação, em suas licenciaturas. Ou seja, focam a educação a partir de uma posição exterior ao campo educativo, de acordo com os propósitos que as definem como ciências, e não a partir do interior daquele campo, com suas especificidades. Este é o potencial da pedagogia: suas abordagens não são desenvolvidas de fora, mas nascem dentro do próprio campo educativo.

O pedagogo não é apenas um profissional que se limita a repassar/implantar formulações preexistentes, pois, quando essas formulações não têm, na prática, o desdobramento previsto, é ele quem as (re)define, elaborando novos procedimentos. No Brasil, as chamadas ciências da educação, isoladas, não captam esse campo em sua totalidade. A pedagogia, integrando e articulando tais ciências, pode fazer isso. Assim, a pedagogia tem dupla perspectiva: teórica e prática. Foi o que levou o filósofo alemão Wolfdietrich Schmied-Kowzazik a definila, apropriadamente, como ciência 'da' e 'para' a educação, teoria e prática da educação.

Para contestar a afirmação de que a pedagogia não tem um campo próprio de investigação (e, assim, não poderia ser considerada ciência), é preciso esclarecer qual é seu âmbito de estudo. A pedagogia se ocupa do estudo sistemático da educação. Esta pode ser entendida, de maneira ampliada, como o conjunto de ações, processos, influências e estruturas que intervêm no desenvolvimento humano de indivíduos e grupos na sua relação ativa com o meio natural e social. É uma prática social que atua na configuração da existência humana, tanto individual quanto coletiva, tendo como propósito realizar nos indivíduos

Sendo
a pedagogia a ciência
da teoria e da prática
da educação, os contextos
de trabalho assumem,
na construção da identidade
do pedagogo,
uma importância
maior ainda

as características de 'ser humano'. Eis o objeto de estudo da pedagogia, que não se limita à educação formal, mas abrange ainda os processos informais e não-formais de educação. O pedagogo, assim, atua em dois âmbitos: o escolar e o não-escolar.

Conhecendo-se o horizonte de atuação, surge a questão da formação. Seria ilusório imaginar que os cursos de pedagogia asseguram, já na graduação, uma formação completa para atuar nos dois espaços citados. A formação nessa área, no entanto, deve estar apoiada numa sólida base geral que aproxime, cognitivamente, esses

dois campos, possibilitando aos formandos o aprofundamento nos mesmos (por meio da pós-graduação), à medida que despertem para o 'aprender a aprender'.

A formação faz parte do processo de construção da identidade profissional do pedagogo. As identidades profissionais (e pessoais) resultam de variadas interações sociais, e a formação acadêmica, sobretudo a primeira (graduação), é um dos momentos dessa construção. O diploma certifica a habilitação para o exercício da profissão, mas não estrutura o perfil do profissional. É fundamentalmente nos contextos de trabalho que se define o 'jeito de ser' do profissional. Portanto, sendo a pedagogia a ciência da teoria e da prática da educação, os contextos de trabalho assumem, na construção da identidade do pedagogo, uma importância maior ainda, já que uma das marcas da atuação deste deve ser a indissociabilidade teoria-prática.

### Cientista da educação

A abordagem aqui desenvolvida permite perceber a dimensão dos desafios que se colocam à validação do pedagogo como 'cientista da educação'. A aceitação dessa ideia, no entanto, depende de alguns imperativos.

O primeiro é a formação, a consistência teórica. Sem uma sólida bagagem intelectual, não há como o pedagogo se credenciar como autoridade na abordagem do fenômeno educativo – isto é, não há como ele ser 'autor' de reflexões acreditadas acerca da educação; poderá, no máximo, continuar sendo 'ator', alguém que apenas repete concepções formuladas por teóricos de outras áreas.

O segundo é a clareza na definição do campo de estudos da pedagogia, assim como de suas áreas de atuação profissional. Essas duas dimensões estão imbricadas. Sem a estruturação conceitual do campo de estudos pedagó-

gicos, é impossível delimitar, para os formandos, os seus contextos profissionais.

Por fim, vem a construção da identidade, a socialização profissional, a formação contínua. Admitindo-se que a 'questão da prática' corresponde essencialmente a um problema de socialização profissional, não há como pensar a formação e a construção das identidades profissionais dissociadas dos contextos de trabalho, pondo em xeque a noção tradicional de formação. A formação contínua passa a ser concebida não só como expressão das modalidades parciais da educação formal, mas vai além, exigindo uma postura autoformativa, ou seja, um compromisso pessoal com o processo de formação. O estatuto da profissão de pedagogo não terá uma estrutura apropriada se não considerar tal perspectiva.

Esses três imperativos representam uma amostra dos desafios que o pedagogo tem de enfrentar para ser alçado à condição de cientista da educação. Com qualificação e empenho técnico-político, ele não deve conceber o 'real' somente como um conjunto de 'fatos prontos', e sim, como diz o filósofo alemão Ernst Bloch (1885-1977) no livro O princípio esperança (de 1959), como instância onde ele também pode ser reciclado em novos patamares, estabelecendo um nexo entre as "potencialidades ainda não manifestas do ser e a atividade criadora da consciência antecipadora", pois a imaginação (diferente da fantasia) permite "astuciar" o mundo, com o futuro deixando de ser insondável para se vincular à realidade como expectativa de emancipação. Esse pedagogo, como cientista da educação, será alguém, enfim, que, interpretando os 'sinais da realidade', labora na distinção das possibilidades de realização dos seres humanos e aponta para onde devemos conduzir as nossas vidas, o nosso tempo.

# Desafios ao pedagogo

Ivonaldo Leite

Núcleo de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (campus Vitória)

relação entre ciência, educação e pedagogia tem sido marcada por certa controvérsia. Afirma-se, por vezes, que a pedagogia é incapaz de produzir reflexões científicas. Esse ponto de vista, entretanto, resulta da dicotomia positivista entre conhecimento 'puro' e 'aplicado', que recusa ao pedagogo o status de cientista da educação. Para alterar essa situação, é necessário superar alguns desafios.

A palavra 'educação' tem origem no termo latino educatio. Este parece sintetizar duas outras palavras latinas, educare e educere. A primeira pode ser traduzida como 'alimentar', 'cuidar', 'criar'; a segunda, como 'tirar para', 'conduzir para', 'modificar um estado'. Portanto, segundo a definição

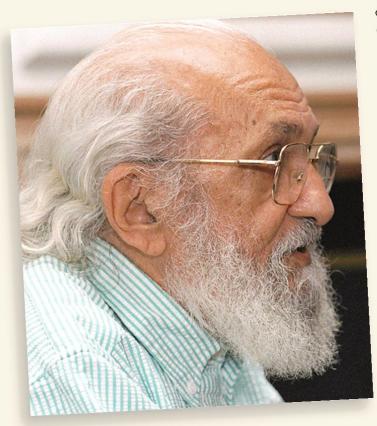
> duzir de um estado a outro, agindo de maneira sistemática sobre o ser humano com o objetivo de preparálo para a vida num determinado meio. O cientista, por sua vez, é o fiel depositário da scientia, quer dizer, também de acordo com a origem latina, 'do conhecimento racional sobre a natureza das coisas e sobre as condições de sua existência, obtido através da observação, da experiência dos fatos e

> etimológica, educar é conde um método próprio'.

> > O brasileiro Paulo Freire (1921-1997) é um exemplo de pedagogo como cientista da educação: ele foi capaz de articular teoria e prática

Já 'pedagogo' vem dos termos gregos paidós (criança) e agogé (condução), e pode ser entendido como 'condutor de criança'. Segundo uma definição mais atual e ampliada, do francês Jean Houssaye, no livro Pédagogues contemporains (Pedagogos contemporâneos), de 1996, o pedagogo não pode ser nem um puro e simples prático, nem um puro e simples teórico. Ele está entre os dois. A ligação entre teoria e prática deve ser permanente e irredutível, e é ela que permite a produção pedagógica. O prático da educação não é um pedagogo, é mais um utilizador de ideias ou sistemas pedagógicos. Mas o teórico da educação também não é um pedagogo, pois não basta apenas pensar o ato pedagógico. Somente será um pedagogo aquele que fizer surgir 'um mais' 'na' e 'pela' articulação de teoria e prática em educação.

Essas definições permitem algumas ilações. Se educar é conduzir de um estado a outro; se o cientista é o fiel depositário da scientia; se o pedagogo é, mais que condutor de criança, aquele que efetiva a articulação de teoria e prática em educação; é preciso aceitar também o pedagogo como 'cientista da educação'. Isso implica ter uma perspectiva clara a respeito de aspectos como: a) as



70 • CIÊNCIA HOJE • vol. 43 • nº 258

potencialidades e o lugar da pedagogia na esfera do conhecimento científico; b) o âmbito de atuação profissional do pedagogo; e c) o processo de construção de sua identidade profissional.

### Articulação teoria-prática

Em trabalho publicado em fins dos anos 90 (Pedagogia e pedagogos, para quê?), José Carlos Libâneo reclamou dos muitos reducionismos presentes no campo da educação, em especial o 'sociologismo' e o 'psicologismo'. Nessa situação, afirmou, os pedagogos não conseguem ordenar seu discurso e a própria prática profissional. As causas disso são diversas: desde a forma como as ciências são definidas, com base na distinção entre conhecimento 'puro' e 'aplicado', até a maneira como alguns pedagogos – por uma formação inconsistente teoricamente e/ou por incompreensão conceitual entendem seu campo de atuação.

No primeiro caso, acredita-se que certos ramos do conhecimento configuram apenas a aplicação das ditas 'ciências puras'. Na esfera educativa, afirma-se, não há lugar para outra disciplina científica, pois esta não teria um atributo básico exigido pela concepção convencional de ciência – um objeto –, já que a educação seria ocupação, por exemplo, da sociologia e da psicologia. Assim, a pedagogia não seria produtora de saber científico, mas uma mera 'aplicação' de outras ciências.

Esse entendimento é passível de vários questionamentos. Cito apenas dois. Primeiro, ele reproduz o caduco 'modo de ação' positivista no campo da análise social, introduzindo neste um procedimento adotado nas ciências naturais, que trabalham com materiais 'inertes' e lidam com eles de forma 'unilateral' (ou seja, os mesmos não interagem com o pesquisador). Ganham corpo, assim, as noções de 'puro' e 'aplicado'. Nesse caso, existiriam as ciências

sábias, que teorizam, e suas linhas auxiliares, limitadas a 'aplicar' o teorizado. Esse ponto de vista, porém, tem sido descartado até no contexto das ciências 'exatas', como fez, por exemplo, o russobelga Ilya Prigogine (1917-2003), premiado com o Nobel de Química, no livro *O fim das certezas* (1996).

O outro questionamento foi classicamente formulado pelo filósofo francês Jean-Jacques Salomon (1929-2008) em Science et politique (Ciência e política), de 1970. Ele é lapidar ao assinalar que a ideia de uma separação entre o conhecimento 'puro' e o 'aplicado' não passa de resquício de uma atitude elitista de origem aristotélico-escolástica, constituindo, na realidade, um obstáculo ao desenvolvimento da ciência

Voltando às razões da dificuldade de (auto)afirmação da pedagogia, pode-se dizer que alguns pedagogos, ao defender que a base de sua identidade profissional é a docência, cometem um equívoco que limita essa disciplina. Todo trabalho docente é pedagógico, mas nem todo trabalho pedagógico é docente. O mesmo vale para certas ideias sobre a relação entre pedagogia e didática. Há uma tendência a considerar que a pedagogia é o modo como se ensina, o uso de técnicas de ensino. O trabalho pedagógico, assim, diria respeito à metodologia, aos procedimentos. Essa é uma visão reducionista, que confunde didática e pedagogia. A didática, um ramo da pedagogia, centra-se nos objetivos, nos conteúdos, nos meios e condições de ensino. O âmbito da pedagogia é mais amplo: a teoria e prática da educação nos seus vínculos com a prática social global. Esse entendimento é a base para a discussão sobre o potencial da pedagogia para produzir reflexões científicas.

Diferentemente de outros países, no Brasil não há graduação Segundo
a definição
etimológica, educar é
conduzir de um estado a outro,
agindo de maneira sistemática
sobre o ser humano com
o objetivo de prepará-lo para
a vida num determinado
meio

em ciências da educação. Não existe um curso que reúna as diferentes abordagens da educação: da sociologia, da história, da economia, da filosofia, da psicologia, da antropologia, da linguística e de outras áreas. Na ausência desse curso, tais disciplinas relacionam-se com a educação de modo parcial e sem articulação, em suas licenciaturas. Ou seja, focam a educação a partir de uma posição exterior ao campo educativo, de acordo com os propósitos que as definem como ciências, e não a partir do interior daquele campo, com suas especificidades. Este é o potencial da pedagogia: suas abordagens não são desenvolvidas de fora, mas nascem dentro do próprio campo educativo.

O pedagogo não é apenas um profissional que se limita a repassar/implantar formulações preexistentes, pois, quando essas formulações não têm, na prática, o desdobramento previsto, é ele quem as (re)define, elaborando novos procedimentos. No Brasil, as chamadas ciências da educação, isoladas, não captam esse campo em sua totalidade. A pedagogia, integrando e articulando tais ciências, pode fazer isso. Assim, a pedagogia tem dupla perspectiva: teórica e prática. Foi o que levou o filósofo alemão Wolfdietrich Schmied-Kowzazik a definila, apropriadamente, como ciência 'da' e 'para' a educação, teoria e prática da educação.

Para contestar a afirmação de que a pedagogia não tem um campo próprio de investigação (e, assim, não poderia ser considerada ciência), é preciso esclarecer qual é seu âmbito de estudo. A pedagogia se ocupa do estudo sistemático da educação. Esta pode ser entendida, de maneira ampliada, como o conjunto de ações, processos, influências e estruturas que intervêm no desenvolvimento humano de indivíduos e grupos na sua relação ativa com o meio natural e social. É uma prática social que atua na configuração da existência humana, tanto individual quanto coletiva, tendo como propósito realizar nos indivíduos

Sendo
a pedagogia a ciência
da teoria e da prática
da educação, os contextos
de trabalho assumem,
na construção da identidade
do pedagogo,
uma importância
maior ainda

as características de 'ser humano'. Eis o objeto de estudo da pedagogia, que não se limita à educação formal, mas abrange ainda os processos informais e não-formais de educação. O pedagogo, assim, atua em dois âmbitos: o escolar e o não-escolar.

Conhecendo-se o horizonte de atuação, surge a questão da formação. Seria ilusório imaginar que os cursos de pedagogia asseguram, já na graduação, uma formação completa para atuar nos dois espaços citados. A formação nessa área, no entanto, deve estar apoiada numa sólida base geral que aproxime, cognitivamente, esses

dois campos, possibilitando aos formandos o aprofundamento nos mesmos (por meio da pós-graduação), à medida que despertem para o 'aprender a aprender'.

A formação faz parte do processo de construção da identidade profissional do pedagogo. As identidades profissionais (e pessoais) resultam de variadas interações sociais, e a formação acadêmica, sobretudo a primeira (graduação), é um dos momentos dessa construção. O diploma certifica a habilitação para o exercício da profissão, mas não estrutura o perfil do profissional. É fundamentalmente nos contextos de trabalho que se define o 'jeito de ser' do profissional. Portanto, sendo a pedagogia a ciência da teoria e da prática da educação, os contextos de trabalho assumem, na construção da identidade do pedagogo, uma importância maior ainda, já que uma das marcas da atuação deste deve ser a indissociabilidade teoria-prática.

### Cientista da educação

A abordagem aqui desenvolvida permite perceber a dimensão dos desafios que se colocam à validação do pedagogo como 'cientista da educação'. A aceitação dessa ideia, no entanto, depende de alguns imperativos.

O primeiro é a formação, a consistência teórica. Sem uma sólida bagagem intelectual, não há como o pedagogo se credenciar como autoridade na abordagem do fenômeno educativo – isto é, não há como ele ser 'autor' de reflexões acreditadas acerca da educação; poderá, no máximo, continuar sendo 'ator', alguém que apenas repete concepções formuladas por teóricos de outras áreas.

O segundo é a clareza na definição do campo de estudos da pedagogia, assim como de suas áreas de atuação profissional. Essas duas dimensões estão imbricadas. Sem a estruturação conceitual do campo de estudos pedagó-

gicos, é impossível delimitar, para os formandos, os seus contextos profissionais.

Por fim, vem a construção da identidade, a socialização profissional, a formação contínua. Admitindo-se que a 'questão da prática' corresponde essencialmente a um problema de socialização profissional, não há como pensar a formação e a construção das identidades profissionais dissociadas dos contextos de trabalho, pondo em xeque a noção tradicional de formação. A formação contínua passa a ser concebida não só como expressão das modalidades parciais da educação formal, mas vai além, exigindo uma postura autoformativa, ou seja, um compromisso pessoal com o processo de formação. O estatuto da profissão de pedagogo não terá uma estrutura apropriada se não considerar tal perspectiva.

Esses três imperativos representam uma amostra dos desafios que o pedagogo tem de enfrentar para ser alçado à condição de cientista da educação. Com qualificação e empenho técnico-político, ele não deve conceber o 'real' somente como um conjunto de 'fatos prontos', e sim, como diz o filósofo alemão Ernst Bloch (1885-1977) no livro O princípio esperança (de 1959), como instância onde ele também pode ser reciclado em novos patamares, estabelecendo um nexo entre as "potencialidades ainda não manifestas do ser e a atividade criadora da consciência antecipadora", pois a imaginação (diferente da fantasia) permite "astuciar" o mundo, com o futuro deixando de ser insondável para se vincular à realidade como expectativa de emancipação. Esse pedagogo, como cientista da educação, será alguém, enfim, que, interpretando os 'sinais da realidade', labora na distinção das possibilidades de realização dos seres humanos e aponta para onde devemos conduzir as nossas vidas, o nosso tempo.

# O nascimento de uma nova física celeste

Nos primeiros anos do século 17, o astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) estava às voltas com um sério problema teórico. Ele estava decidido a encontrar as reais posições e os reais movimentos dos astros no céu, mas havia três grandes sistemas de mundo rivais, equivalentes do ponto de vista das observações astronômicas: o de Ptolomeu (83-161 d.C.), o de Copérnico (1473-1543) e o de Tycho Brahe (1546-1601). Se as observações não podiam servir de árbitro, como então decidir qual deles corresponderia ao verdadeiro arranjo dos astros no céu? Submetendo os modelos geométricos ao crivo de uma nova física celeste. responde Kepler com sua Astronomia nova,

movimento da Lua em torno da Terra é interpretado na Astronomia nova como um efeito do magnetismo terrestre, que havia sido anunciado em 1600 pelo físico e médico inglês William Gilbert (1544-1603) na obra De magnete. Por analogia, Kepler explica os movimentos planetários no sistema heliocêntrico pela ação de certa 'força motriz solar'. A força solar, introduzida como explicação causal para o movimento dos planetas, é algo revolucionário à época de Kepler. Isso fica patente na crítica que lhe foi feita por seu professor de astronomia na Universidade de Tübingen, Michel

Maestlin (1550-1631), para quem "questões astronômicas deveriam ser tratadas astronomicamente, por meio de hipóteses astronômicas, e não por causas e hipóteses físicas".

A astronomia geocêntrica - como também a de Copérnico - centrava-se em modelos geométricos, em combinações de esferas ou círculos por meio das quais era possível reproduzir o movimento dos astros no céu. O objetivo era decompor os movimentos observados em combinações de círculos percorridos com velocidade uniforme. Nem sempre se podia associar diretamente esses círculos aos caminhos percorridos pelos astros, sobretudo no caso dos pla-

> netas com trajetos mais complexos. O Almagesto, tratado de astronomia escrito no século 2 por Ptolomeu, foi concebido como uma espécie de manual que permitia a construção de tabelas astronômicas, e cada capítulo é dedicado a um modelo geométrico a partir do qual se pode predizer determinado fenômeno, como um eclipse ou a posição de um planeta.

A grande inovação introduzida por Kepler na astronomia foram suas considerações físicas, que já não se baseavam na perfeição e regularidade que caracterizariam a >



Johannes Kepler (1571-1630). No alto da página, frontispício da Astronomia nova: obra revolucionária

publicada em 1609.

# **400 ANOS**

As duas primeiras leis de Kepler foram originalmente publicadas na Astronomia nova. De acordo com a primeira lei, os planetas descrevem órbitas elípticas que têm o Sol em um dos focos. A segunda lei procura estabelecer uma relação entre a velocidade de um planeta e sua distância ao Sol. Em sua formulação final, a lei das áreas assegura que a linha que une o planeta ao Sol percorre áreas iguais em tempos iguais.

A terceira lei, publicada na obra Harmonia do mundo (1619), derivou do estabelecimento de intervalos musicais harmônicos nas relações entre as velocidades dos seis planetas conhecidos por Kepler. Dados dois planetas, essa lei estabelece a relação entre os raios médios de suas órbitas e os seus períodos de revolução anual.

Pela primeira lei de Kepler, a órbita do planeta é uma elipse, na qual o Sol ocupa um dos focos. A segunda lei estabelece que, se as duas áreas em azul são iguais, o tempo gasto pelo planeta para atravessar os dois trechos desiguais correspondentes será o mesmo

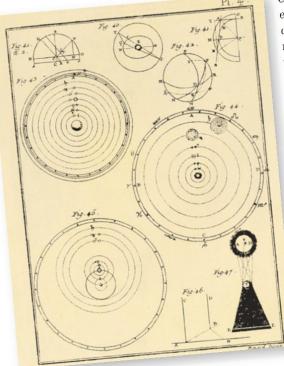
região celeste. Forjada a partir da analogia com fenômenos magnéticos observados na Terra, a física celeste kepleriana reflete a dissolução da fronteira que na Antiguidade e na Idade Média separava Terra e céu como regiões essencialmente distintas.

Na Astronomia nova, a matéria celeste é a mesma que compõe os objetos da Terra, pois esta nada mais é do que um dos planetas que orbitam o Sol. Kepler escreveu sobre óptica e sobre os cristais de neve, sobre as formas geométricas das flores e as

colmeias das abelhas. A estrutura matemática tão diretamente observável nos movimentos dos astros também está presente no ambiente terrestre, e não há motivo para se acreditar que as forças físicas que operam na Terra não possam atuar também no céu.

Ao lado do Almagesto, de Ptolomeu, e do De revolutionibus, de Copérnico, a Astronomia nova é considerada um dos livros mais importantes da história da astronomia. Nele Kepler expõe suas duas primeiras leis dos movimentos planetários, rompendo com os axiomas de circularidade e uniformidade, que haviam governado a astronomia por mais de 20 séculos (ver 'As leis de Kepler'). Mas o mais importante talvez seja o lançamento da hipótese física da força solar como causa do movimento dos planetas.

Kepler transforma o sistema de Copérnico em um heliocentrismo físico. O Sol ocupa posição central no céu e, além de iluminar o mundo, é responsável pelo movimento dos planetas. Assim como a luz, que emana do Sol, também a força motriz deve se dispersar à medida que se afasta da fonte. Os planetas mais externos viajam mais lentamente porque ali a força solar é menor. A força solar explica não só os períodos dos planetas, mas também as variações de velocidade em seus percursos. Para Kepler, a força solar transmite aos planetas o movimento de rotação que o Sol executaria em torno de seu próprio eixo e que, a princípio, seria inobservável. Ao observar as manchas solares, Galileu (1564-1642) teve uma comprovação inesperada de que o Sol de fato executa esse movimento previsto pela física celeste kepleriana. Mais auspicioso ainda, as observações de Galileu revelam um período muito próximo daquele previsto na Astronomia nova. Como seria de esperar, Kepler



EXTRAÍDA DO VOLUME SOBRE ASTRONOMIA DA *ENCICLOPÉDIE* (1751-1772) DIDEROT E D'ALENIBERT

À época de Kepler, havia três grandes sistemas de mundo. No sistema ptolomaico (acima), a Terra ocupa o centro do cosmos e é circundada pelas esferas concêntricas da Lua, do Sol e dos planetas; no copernicano (à direita), o centro do mundo é ocupado pelo Sol; no sistema de Tycho Brahe (abaixo), também denominado misto, a Terra mantém sua posição central, mas as esferas dos planetas são organizadas em torno do Sol

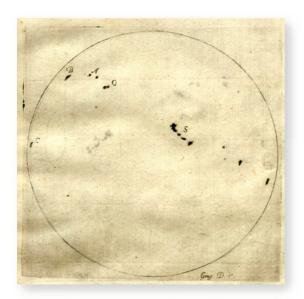
O observatório de Uraniburgo, construído por Tycho Brahe na Dinamarca, funcionou como um importante centro de pesquisa de 1576 a 1598. Brahe é considerado o maior observador da astronomia pré-telescópica, e seus cadernos continham os mais precisos dados astronômicos coletados até então

responde com entusiasmo às observações de Galileu, chegando mesmo a publicar em 1611, na *Dióptrica*, a primeira justificativa teórica do funcionamento do telescópio.

### **Entre Ptolomeu e Newton**

Sempre muito atento à forma de seus trabalhos, Kepler escreveu sua *Astronomia* como uma narrativa histórica, um relato da guerra por ele travada contra o planeta Marte. Graças à sua proximidade com a Terra e à razoável excentricidade de sua órbita, Marte sempre foi um problema astronômico. "Estrela inobservável" para os latinos, o planeta trazia uma longa história de vitórias sobre as tentativas de dominá-lo com o auxílio da geometria. Kepler reconhece na *Astronomia nova* que nenhum outro problema lhe teria permitido chegar à forma elíptica das órbitas planetárias.

Seu ponto de partida são os dados astronômicos coletados por Tycho Brahe e seus colaboradores no observatório de Uraniburgo, na ilha de Hven, Dinamarca. Kepler inicia seu relato apresentando os modelos já propostos para reproduzir o movimento de Marte e se concentra nos célebres autores dos três grandes sistemas de mundo, Ptolomeu, Copérnico e Brahe. Os capítulos da *Astronomia nova* nos quais



Desenho das manchas solares feito por Galileu. Observações com telescópio confirmaram que o Sol gira em torno de seu próprio eixo, como previsto na *Astronomia nova* de Kepler



Kepler mostra como chegou à elipse revelam a importância por ele atribuída à hipótese física da força solar, suficiente para que se abandonasse a circularidade dos movimentos planetários.

A física celeste kepleriana estava fadada a ser substituída pela mecânica celeste de Isaac Newton (1643-1727), que é uma teoria mais abrangente. No entanto, cabe notar que Newton considerou as elipses keplerianas não como construções geométricas abstratas, mas como fenômenos concretos. Se um autor pode iluminar ao mesmo tempo as obras de Ptolomeu e de Newton, este é Kepler – às vezes chamado de medieval, frequentemente considerado precursor da teoria cartesiana da representação, um dos pais da revolução científica, fundador da cristalografia... Sua extensa obra constitui uma das mais dramáticas etapas do processo de matematização da natureza e continua a despertar um crescente interesse 400 anos depois de publicada.

### Anastasia Guidi Itokazu\*

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas (SP)

\*A autora é curadora da mostra Astronomia nova (1609-2009): Kepler, historiador da astronomia, em cartaz no Museu Exploratório da Unicamp

# A magia de Giordano Bruno

### Tratado da magia

Giordano Bruno

São Paulo, Martins Fontes, 184 p., R\$ 25

publicação recente em língua portuguesa do Tratado da Magia, de Giordano Bruno, é uma boa oportunidade para os interessados em conhecer com maior proximidade a obra deste que foi um dos grandes filósofos do século 16. A edição apresenta ainda o texto original latino para o deleite dos leitores e para uma incerta avaliação do trabalho de tradução. O leitor brasileiro interessado no pensamento de Bruno vê mais um título importante agregado à sua estante.

Mas este Tratado é livro inacabado. Seu autor não lhe deu forma final; o texto é um agregado de considerações sobre a 'magia natural' tal qual se discutia na segunda metade do século 16 em toda a Europa. Em primeiro lugar, Bruno explica a origem do termo 'magia', seus significados, suas subdivisões. Em seguida, ele enuncia o princípio geral que organiza seu pensamento sobre a matéria: as coisas do mundo existem em uma espécie de comunhão, ou consórcio, em que cada uma atua sobre as demais, ainda que a grandes distâncias. Para ele, a ação mútua entre as coisas não depende do contato físico entre elas: são interdependentes, ligadas por seu

pertencimento à totalidade, por força de sua própria existência.

O tema é bastante antigo no pensamento ocidental e conheceu diversos filósofos que a ele se dedicaram ao longo dos séculos. Mais proximamente a Bruno, boa parte da escola neoplatônica de Florença, em especial, Marsílio Ficino – tradutor de importantes textos então atribuídos ao mítico Hermes Trismegistro. Porém, e mais importante no desenvolvimento do seu pensamento, aquele que Bruno considerava seu maior mestre: o Cardeal Nicolau de Cusa, com sua teologia negativa, exposta sobretudo na obra A douta ignorância, recentemente também traduzida ao português. Por fim, aqueles pensadores da Antiguidade tardia que revigoraram as teses da antiga academia platônica: Porfírio e Plotino.

Contudo, Bruno não para no enunciado geral dessas teses. Ele segue com sua especulação acerca dos vínculos que uniriam as coisas nos seus próprios modos de agir reciprocamente. O mundo que expõe é povoado por espíritos – seres imateriais – que asseguram a mútua ação das coisas umas sobre as outras. Esses espíritos estão organizados pelas fa-

culdades básicas dos homens, ao menos como se pensava naquele tempo: o som, a visão, a imaginação e a intelecção.

O Tratado da magia não é livro basilar da filosofia de Giordano Bruno. Esperar coerência interna ou até uma exposição detida de temas tratados em outros livros é certamente expectativa imprópria. Em primeiro lugar, porque Bruno não era filósofo sistemático que expunha suas ideias ao modo de quem constrói um edifício. Seu pensamento era turbilhonante, inquieto; entre os temas abordados por ele, encontram-se assuntos variados que se reúnem em uma mesma obra por força de sua adesão ao princípio ontológico resumido pela expressão: omnia in omnibus [tudo está em todas as coisas], da filosofia neoplatônica. Desse modo, é de se crer que a própria classificação do conhecimento seguirá critérios bastante diferentes daqueles que conhecemos. Magnetismo, arte da memória, marés, matemática e qualquer outro feito humano ou natural estarão no mesmo elenco que as considerações linguísticas, metafísicas ou políticas.

Por mais que queiramos ver na figura de Giordano Bruno um dos fundadores da ciência e da filosofia moderna, sua obra não nos permite fazê-lo, especialmente este tratado. Seus espíritos em nada se assemelham aos modernos espíritos que povoam boa parte das crenças religiosas e das práticas esotéricas ainda ativas em diversos ambientes sociais. Eles são apenas intermediários entre as coisas do mundo e não agentes intelectuais capazes de interferir no rumo da vida humana.

Assim, a leitura desta obra nos aproxima de um tipo de reflexão diverso do habitual, de uma filosofia cultivada há tempos e que o século 20 tratou de revolver não mais como uma porta de acesso à realidade, mas como uma estrada outrora percorrida e atualmente abandonada ou submergida pela pauta do pensamento contemporâneo. A importância da leitura deste pequeno tratado liga-se mais à compreensão da tortuosa trajetória da filosofia moderna que ao estudo do mundo natural e físico. Mas o esforço paga ao leitor o contato com uma exposição desarranjada do pensamento de um dos maiores filósofos do Ocidente. Esse é o seu maior mérito.

### Carlos Ziller Camenietzki

Departamento de História, Universidade Federal do Rio de Janeiro

### Einstein para além do seu tempo

## Alfredo Tiomno Tolmasquim, Marta de Almeida e Moema de Rezende Vergara (orgs.)

Rio de Janeiro, Museu de Astronomia e Ciências Afins/ Bruxedo, 138 p., R\$ 30

O livro teve sua origem no seminário de mesmo título organizado em 2005 pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins em comemoração ao Ano Mundial da Física — marco do centenário da produção dos cinco trabalhos de Albert Einstein que mudariam a forma de a ciência

entender conceitos fundamentais como tempo, espaço, matéria e energia. Outro motivo de comemoração, na época, foram os 80 anos da viagem de Einstein à América do Sul, quando, em 1925, visitou o Brasil, a Argentina e o Uruguai. Com o objetivo de contribuir para uma melhor compreensão do impacto das ideias do físico no mundo atual, a publicação abrange diferentes aspectos, da cosmologia às artes, da recepção da teoria da relatividade no Brasil ao período em que Einstein elaborou sua teoria quântica da matéria. Para adquirir a obra, deve-se entrar em contato com o Mast (mast@mast.br).



### Para que serve a verdade? Pascal Engel e Richard Rorty

São Paulo, editora Unesp, 88 p., R\$ 23

O que se espera da verdade? Precisamos dela? Este foi o tema do encontro, realizado em 2002, na Sorbonne, que colocava frente a frente dois filósofos com ideias fundamentalmente divergentes a respeito desse conceito. O debate entre o francês Pascal Engel e o norte-americano Richard Rorty (1931-2007) deu origem a este livro. Adepto da filosofia analítica e do pragmatismo, Rorty, que foi professor de filosofia e literatura comparada na Universidade

Stanford, defende que não há na ideia de verdade nada de "profundo ou enigmático a ser examinado por uma pesquisa filosófica". Já Engel, professor da Universidade de Paris-Sorbonne, questiona a posição de Rorty de que a verdade tenha apenas um valor instrumental. O resultado desse debate, como salienta Patrick Savidan, autor do prefácio, "não poderia deixar de ser dos mais animados".

### Nos braços da lei: o uso da violência negociada no interior das prisões

### **Anderson Moraes de Castro e Silva**

Rio de Janeiro, e + a, 190 p., R\$ 30

O único censo penitenciário nacional realizado no Brasil foi em 1997 e contou com informações imprecisas, questionários mal preenchidos e outros problemas do tipo. Ainda assim, estimou-se que a população carcerária no Brasil era de impressionantes 420 mil. Já sobre as condições dos detentos e dos agentes que lá trabalham sabe-se pouco, somente por eventuais denúncias de entidades ligadas a direitos humanos. É jus-



tamente no sentido de contribuir com o escasso material interpretativo sobre o sistema carcerário brasileiro que Castro e Silva, mestre em Ciências Sociais pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Sociais da UERJ e ex-policial civil, fez este livro, originalmente sua dissertação de mestrado. A partir de relatos dos agentes de segurança penitenciária, o autor apresenta uma nova visão do sistema prisional fluminense, com foco no uso de violência extraoficial aplicada aos detentos como forma de punição. "Castigo" esse mais eficiente que a punição formal, segundo os relatos dos guardas, os aplicadores dessa "violência negociada".

### Agente da malária

Lendo a CH 256, me interessei bastante pela reportagem 'Malária: batalha de multiplas frentes', em que o autor coloca muito bem as informações referentes aos vetores, meios de transmissão e ao agente etiológico. Mas, ao me deparar, algumas paginas à frente, com a nota 'Dengue: bactérias e dueto do amor', um grande erro me salta à vista: no último parágrafo, lê-se "... Anopheles gambie, transmissor do vírus da malária...", informação completamente errônea. O correto seria "transmissor do agente etiológico (Plasmodium sp.) da malária."

Mário Luis Pessôa Guedes Laboratório de Entomologia Médica e Veterinária, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná

O leitor está correto. O mosquito transmite um parasito, e não um vírus.

### Abrir as portas

Comecei a assinar a revista neste ano, mas conheço o padrão da mesma, e por isso dou-lhes os parabéns pelo trabalho. Gosto muito de conhecer os diversos ramos da ciência, para empregar os saberes no cotidiano e abrir as portas para mim aos mais diversificados assuntos

(...). A CH vem me ajudando com as suas divulgações. Mas acredito que a qualidade da divulgação científica venha a melhorar, se os senhores criarem duas novas seções, uma tratando de experimentos e outra de astronomia. Seria muito interessante também, se, junto com as edições, fossem enviados mapas esquemáticos e pôsteres de diversificados assuntos.

### Paulo Adaías Piza Juruaia, MG

 □ Agradecemos suas sugestões, mas a CH não pretende criar seções especializadas. Informamos, porém, que durante este ano, escolhido por organismos internacionais como o Ano Internacional da Astronomia, a CH publicará diversos artigos sobre esse tema. Quanto à publicação de mapas esquemáticos e pôsteres, a CH não tem, no momento, estrutura para produzir esses materiais.

### Densidade da água

É brilhante o papel de divulgação da ciência que a revista faz, da qual sou leitor desde o número 1. Mas uma correção deve ser feita na edição 251, p. 4, sobre a resposta ao comportamento anômalo da água em ter densidade máxima a 4 graus Celsius: está errado dizer "um volume maior no mesmo espaço", pois o correto é "um volume maior com as mesmas moléculas (ou mesma massa) significa uma densidade menor". Também a explicação dada para a densidade crescer e depois diminuir não é tão simples como a apresentada, pois envolve o balanço de energia interna e tem sido alvo de várias teses.

Adilson Roberto Gonçalves Escola de Engenharia de Lorena (USP) Lorena, SP

### Pesquisa em teatro

Gostaria de fazer uma proposição para a CH. Sou diretor de pesquisa do Centro de Artes da Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) e nossos programas de pós-graduação recebem a revista, que nos parece muito interessante. É por esse motivo que tomo a liberdade de propor a publicação de um artigo sobre a pesquisa na área do teatro. Atualmente temos diversos programas de pósgraduação na área, uma associação nacional bem atuante (Abrace) e inúmeros pesquisadores em diferentes níveis. Considero que é interessante tanto para nossa área como para outros campos de conhecimento saber o que se faz na pesquisa em artes e, particularmente, no território das artes da cena.

André Carreira Ex-presidente da Abrace Florianópolis, SC

Agradecemos a sugestão. Informamos, ainda, que estamos abertos a contribuições dos pesquisadores da área. As instruções para os autores da revista podem ser consultadas na CH On-line, utilizando o endereço www.cienciahoje.uol.com.br/3190.

### Bolsista I

Como bolsista do CNPq, fui contemplada com uma assinatura anual da CH. A assinatura começou em junho de 2008 e deve ir até maio de 2009. Porém, o último exemplar da revista que recebi foi em agosto de 2008. Gostaria de um posicionamento em relação a esse problema.

Larissa Cavalcante Mendes Por correjo eletrônico

### **Bolsista II**

Tenho uma dúvida quanto à assinatura. Sou bolsista do CNPq desde outubro de 2008. O bolsista CNPq é um assinante mantido pelo governo federal, mas até agora nenhuma edição me foi enviada. Gostaria de saber por que não recebo a revista.

Marília de Andrade Santana Por correio eletrônico

M As revistas são enviadas a bolsistas, pelo Instituto Ciência Hoje, de acordo com lista encaminhada mensalmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

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

**CORREIO ELETRÔNICO:** cienciahoje@cienciahoje.org.br



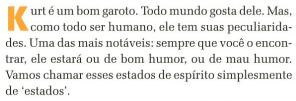
### Correção

· A foto de abertura do artigo 'Alerta vermelho! Caburé na área', publicada na página 26 da edição 257, é de uma coruja buraqueira da espécie Athene cunicularia e não um caburé (Glaucidium brasilianum), como foi informado. A imagem correta do caburé está acima. As fotos publicadas nos pequenos círculos das páginas 28 e 29 são de autoria de Gustav Specht.

# Kurt é um bom garoto

### Marco Moriconi

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



Outra coisa: em um desses estados, Kurt sempre mente; no outro, sempre diz a verdade. Por exemplo, se ele está falando a verdade, diz "sim", quando é para dizer "sim", e diz "não", quando é para dizer "não". Quando mente, diz "sim", quando é para dizer "não", e "não", quando é para dizer "sim".

Você encontra Kurt e decide descobrir em que estado ele está. Estará bem humorado? Mal humorado? Complicação extra: você deve descobrir o estado de Kurt com apenas uma pergunta. E agora? O que per-

Primeiramente, devemos fazer uma pergunta simples cuja resposta seja "sim" ou "não". Dica: pode ser interessante se essa pergunta se referir ao próprio estado de Kurt. Perguntar algo como "o céu é azul?" pode revelar se ele está mentindo ou não, mas a resposta não diz nada sobre o estado dele. Uma pergunta que funciona para descobrirmos o estado de Kurt é: "Quando você está de mau humor você mente?"

Vejamos por que funciona.

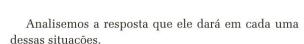
Ao fazer essa pergunta, você pode se deparar com quatro possibilidades: 1) Kurt está de mau humor e mente; 2) Kurt está de mau humor e fala a verdade; 3) Kurt está de bom humor e mente; 4) Kurt está de bom humor e fala a verdade.

### **DESAFIO**

E qual pergunta deveríamos fazer para descobrir se Kurt está mentindo ou não, sem saber nada sobre o estado de Kurt? [Dica: o desafio aqui é bolar uma pergunta que se refira a ele, e não ao mundo externo, como "o céu é azul?"]

### SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Se o produto das três idades é 7, então as idades só podem ser (1, 1, 7), pois 7 é primo, ou seja, só é divisível por 1 e por ele mesmo.



Para a primeira situação, ele dirá "não", porque, de fato, ele mente quando está de mau humor e, portanto, ele deve mentir. A resposta certa seria "sim", e ele mente, dizendo "não". Para a segunda situação, a resposta será "não" mais uma vez, pois, como ele fala a verdade de mau humor, ele mente somente quando está de bom humor.

Você já deve estar pegando o jeito da coisa...

Para a terceira situação, ele dirá... "sim", porque ele mente de bom humor, não de mau humor. A resposta certa seria "não", mas, ao mentir, ele diz "sim". E, para a última situação, ele dirá "sim", pois, como ele diz a verdade de bom humor, ele tem que mentir de mau humor.

Veja o que aconteceu: quando ele está de mau humor, a resposta é sempre "não", mas, quando ele está de bom humor, a resposta é sempre "sim". Assim, sabendo a resposta dele, podemos determinar seu estado de humor, mas sem saber se ele está mentindo ou não!

Esse tipo de problema faz parte da área da matemática chamada lógica e foi muito popularizado pelo matemático norte-americano Raymond Smullyan, hoje com 90 anos de idade. Além de matemático, Smullyan é um pianista de alto nível e já ganhou a vida como mágico. Para saber um pouco mais da vida dele (em inglês), http://www-groups.dcs.st-and. ac.uk/~history/Biographies/ Smullvan.html.

Smullyan escreveu diversos livros com problemas desse tipo, alguns traduzidos para o português, como Alice no país dos enigmas e O enigma de Sherazade, ambos pela Jorge Zahar Editor.

Tudo o que falei nesta coluna é verdade... e eu estou de bom humor!



CIÊNCIA HOJE

# Darwin e a filosofia



### **Renato Lessa**

Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Universidade Candido Mendes) e Universidade Federal Fluminense rlessa@iuperj.br

uas excelentes exposições, em Londres (Museu de História Natural) e em Lisboa (Fundação Calouste Gulbenkian), dão, no momento, testemunho do papel revolucionário de Charles Darwin (1809-1882) na configuração do pensamento contemporâneo, para além do campo da ciência stricto sensu. A imagem da evolução ganhou, como sabemos, aplicação generalizada e se transformou no modo crescentemente dominante de interpretação da variedade da vida, seja ela natural ou cultural. Assim como os medievais foram, sans le savoir, todos aristotélicos, somos todos em grande medida darwinianos.

Ao visitar as duas exposições, foi antes a dimensão do pensador visionário do que a do cientista que se fez mais evidente. Em Darwin, o campo científico foi fertilizado pela corajosa decisão filosófica de olhar para o mundo em completa dissidência com relação à velha metafísica finalista, que assegurava que todas as coisas existentes o são em função de um desígnio que as antecedeu, e tendem a finalidades predeterminadas por aquele mesmo desígnio. Mais do que delinear um esboço renovado de uma ciência natural, Darwin refutou um estilo de pensamento, para o qual as ideias de acaso, imprevisibilidade e futuro em aberto apareciam como escandalosas.

É ingênuo supor que a ideia da evolução tivesse assaltado Darwin como um efeito direto dos materiais que observou a partir de sua semiodisseia no Beagle, como se os objetos postos sob inspeção dos cientistas possuíssem a teoria que os explica, cabendo ao observador tão-somente reconhecê-la. São antes as crenças,

Mais do que delinear um esboço renovado de uma ciência natural, Darwin refutou um estilo de pensamento as hipóteses prévias, o treinamento disciplinar que aparecem como condições necessárias para que o contato com os objetos configure um experimento e uma forma estudada de observação.

Para além dos fatores ambientais imediatos que afetaram a formação de Darwin, é o caso de indagar: seu empreendimento é inocente em termos filosóficos? Ouso sustentar que não. Mais do que um naturalista obcecado por besouros, Darwin sabia que estava a contribuir com o processo de destruição da velha metafísica, sustentada nas ideias de desígnio e de finalismo.

A não-inocência intelectual de Darwin diz também respeito a uma herança filosófica, que possibilitou que, ao observar a natureza, ele dissesse algo de tão extraordinário. Refiro-me aqui ao patrimônio filosófico do ceticismo moderno que, a partir de Michel de Montaigne (século 16) e pelas mãos de David Hume (século 18), desconstruiu narrativas a respeito do mundo fundadas nas ideias de ordem e finalidades pré-concebidas. Montaigne foi o primeiro pensador moderno a apresentar uma teoria da história segundo a qual a variedade das culturas decorre de processos evolucionários, nos quais o acaso e a utilidade acabam por fixar as formas de vida social, sem qualquer propósito préestabelecido.

A David Hume, nosso naturalista certamente deve a mais radical refutação da tese do desígnio inteligente. Ao ouvir narrativas a respeito de um suposto desígnio divino na criação do mundo. Hume retrucava, para horror dos crentes, que nada nos garantia se tratar de (i) um deus senil, em fim de carreira, de (ii) um deus criança, que teria criado um mundo em meio a alguma brincadeira, ou mesmo de (iii) uma assembleia de deuses. Hume abriu o caminho para a ideia de que processos naturais possuem causas naturais que podem ser detectadas pela experiência e que foram postas no mundo por um processo permanente de acasos, adições e supressões. Em outros termos, as impressões de que o mundo é regido por algum desígnio oculto devem-se a nossos hábitos mentais que, por sua vez, assentam-se sobre crenças.

O empreendimento de Darwin pode, sem dúvida, ser narrado como um acontecimento que diz respeito à história da ciência tout court. No entanto, é inegável que nele podemos observar também uma bela combinação entre sensibilidade filosófica e espírito científico. Se é verdade que descobertas científicas produzem abalos no campo da filosofia, revoluções filosóficas constituem ambientes mais do que apropriados para revoluções no campo da ciência.