# REVISTA DE DIVILIGAÇÃO

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

267







VOL. 45 JANEIRO/ FEVEREIRO 2010 R\$ 9,95

#### **ASTRONOMIA**

Áreas adequadas à vida podem existir em muitas regiões da Via Láctea

#### **ENTREVISTA**

Manuela Carneiro da Cunha: Os índios são agentes de sua própria história

#### **NEUROCIÊNCIAS**

Geração de neurônios no cérebro adulto derruba mito e traz esperanças



# Física e violino, o dueto

O que há de ciência no violino? Muito mais do que se imagina. A acústica do mais agudo dos instrumentos musicais de cordas friccionadas é estudada por físicos há muito tempo. Como os sons são produzidos, como eles se amplificam e como a madeira usada na fabricação influencia o som do instrumento são alguns dos aspectos estudados por cientistas.

Graças às diversas contribuições de pesquisadores ao longo do tempo, hoje se sabe que, para confeccionar o arco, que faz as cordas vibrarem por fricção, a madeira ideal é a do pau-brasil, porque ela reúne as características mais adequadas de densidade, resistência e capacidade de manter a curvatura.

Embora a amplitude da vibração das cordas do violino seja considerável, o som liberado para o ar é muito fraco. As cordas são muito finas e, ao vibrar, deslocam pequena quantidade de ar. Portanto, é necessário transferir essa vibração para uma superfície bem grande, de forma que esta, ao vibrar, desloque um volume apreciável de ar e aumente a intensidade do som. No violino, a peça que transfere as vibrações das cordas para a caixa acústica é o cavalete, e os grandes tampos dessa caixa são bastante eficientes para movimentar o ar das vizinhanças e aumentar a radiação do som, atuando da mesma forma que o cone de um alto-falante. No tampo superior da caixa acústica do violino há dois orifícios, na forma de um 'f' estilizado, com funções acústicas bem definidas.

Muitas outras características do instrumento ajudam a compor sua sonoridade. São elas – e um bom intérprete, claro – que nos permitem apreciar o virtuosismo do violino. A compreensão de sua acústica ainda é um desafio nos dias de hoje.

A redação

**INSTITUTO CIÊNCIA HOJE •** Organização da Sociedade CivildeInteresse Públicoda Socieda de Brasileira para o Pro-



CivildeinteressePublicodaSociedadeBrasileiraparaoProgressodaCiência.OInstitutotemsobsuaresponsabilidade a publicação das revistas Ciência Hoje e Ciência Hoje das Crianças, CH on-line (internet), Ciência Hoje na Escola (volumes temáticos). Mantém intercâmbio com a revista Ciencia Hoy (Corrientes 2835, Cuerpo A, 50 A, 1193, Buenos Aires, Argentina, tels.: 005411. 4961-1824/4962-1330) e conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF/CNPQ), do Laboratório Nacional de Computação Giartifica (NACE/CIRDE), do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC/CNPq) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). **ISSN:** 0101-8515

Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPER) e UFF)
Diretores Adjuntos • Alberto Passos Guimarães Filho (CBPF) • Caio
Lewenkopf (Instituto de Física/UERI) • Franklin Rumjanek (Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ) • Maria Lucia Maciel (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ)

Superintendente Executiva • Elisabete Pinto Guedes
Superintendente Financeira • Lindalva Gurfield Superintendente de Projetos Estratégicos • Fernando Szklo

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, Isabela Fraga e Júlia Faria; Colaboraram meste número • Guilherme de Souza, Henrique Kugler, Luan Galanie Thais Schneider; 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.: (0xx41) 3313-2038. Apoio: Universidade Federal do

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

org.br). Tel.: (0xx13) 9756-0848

PROJETOS EDUCACIONAIS E COMERCIAL • Superintendente • Ricardo Madeira; • Publicidade • Sandra Soares; Projetos educacionais • Clarissa Akemi. End.: Rua Berta, 60 - Vila Mariana, CEP 04120-040, São Paulo, SP. Telefax: (oxx11) 3539-2000 (cienciasp@cienciah org.br). **Circulação e assinatura • Gerente •** Fernanda L. Fabres. anda@cienciahoje.org.br)

BRASÍLIA • Joaquim Barroncas - Tels.: (0xx61) 3328-8046/

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 Distribuídora S/A

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



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

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





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 A acústica do violino

Os sons produzidos por um violino encantam plateias de todo o mundo. Esses sons também fascinam cientistas, por suas características muito especiais. Estudada pelos físicos há muito tempo, a acústica do violino continua a ser um desafio.

Por José Pedro Donoso, Francisco Guimarães, Alberto Tannús, Thiago C. de Freitas e Deiviti Bruno

#### 26 Novos neurônios são gerados no cérebro adulto?

Estudos recentes confirmaram a tese, antes tida como absurda, de que os neurônios podem se multiplicar ou se regenerar durante a vida adulta. Sabe-se agora que eles são produzidos todos os dias, em áreas específicas do cérebro.

Por Luiz Fernando Takase

#### O movimento dos animais: última fronteira na dinâmica das populações

Pesquisa na área da ecologia do movimento dos animais, usando métodos sofisticados, inclusive técnicas baseadas na teoria dos fractais, têm ajudado a entender diferentes fenômenos.

Por Paulo José A. Leitão Almeida, Diogo Loretto, Marcus V. Vieira e Marcelo M. Barros



Capa: Brandx-Pictures/Kanguru Images

#### 38 Tem alguém aí? Zonas habitáveis na Via Láctea

O enorme aumento dos conhecimentos sobre o universo reavivou a antiga pergunta: há vida em outros planetas? São conhecidos hoje mais de 350 planetas que orbitam outras estrelas da Via Láctea. Eles estão em zonas habitáveis?

Por Flávia Requeijo e Celso Dal Ré Carneiro

#### Planárias terrestres: modelo de estudo para a proteção da mata atlântica no corredor da serra do Mar

Conservar a fauna e a flora nos fragmentos restantes da mata atlântica depende

> de criar conexões entre essas 'ilhas' de vegetação. Mas quais delas devem ser ligadas primeiro? Animais miúdos e rastejantes podem ajudar a achar a resposta.

> > Por Fernando Carbayo, Marta Álvarez-Presas, Julio Rozas e Marta Riutort

Comer pão com bolor faz mal à saúde? Torrá-lo neutraliza o possível efeito maléfico?

- Como foram definidas as notas e a escala musicais?
- Por que a cor violeta é considerada mais 'fria' que as cores vermelha e amarela se os fótons daquela são mais energéticos que os destas?
- É verdade que uma pessoa pode estar infectada pelo parasito da doença de Chagas e não saber?

ENTREVISTA

Manuela Carneiro da Cunha Barulho na oca

Antropóloga destaca importância dos povos indígenas para o Brasil

MUNDO DE CIÊNCIA

10 Sobre sangue, café, óleo e... coletes à prova de bala Estudo importante aborda passagem de um líquido por meio poroso

19 Indolência tropical

Comportamentos distintos teriam origem em genes das mitocôndrias

EM DIA

50 Chuva de matéria no céu

Mapeamento de estrelas binárias decifra enigmas astronômicos

53 Mar de algodão

Aumenta adoção de cultivo sem agrotóxicos ou fertilizantes químicos

54 Vermes que protegem

Desenvolvida nova forma de controle biológico da broca-da-erva-mate

56 Desigualdade social na Índia e no Brasil Pesquisa comparativa revela aspectos de favelas dos dois países

58 Cara roxa no céu azul

Projeto consegue multiplicação do papagaio-de-cara-roxa no Paraná 60 Um passado ainda vivo

Remanescentes de quilombos reivindicam regularização de territórios

62 Vida social pelos ares Trabalho em viagens prejudica rotina familiar de comissárias de voo

MEMÓRIA

65 Mensageiro das estrelas

Livro lançado há 400 anos por Galileu é hoje um clássico da astronomia

**FUTURO CIENTISTA** 68

70 A outra modernidade de Hume

Filósofo escocês transformou a maneira de ver e entender o mundo

**OPINIÃO** 

72 Foi apenas propaganda?

Ações internas desmentem posições do Brasil na Conferência do Clima

RESENHA

74 A história de um sucesso

78

Resenha do livro A solução de Poincaré, de Donal O'Shea

75 O papagaio-cinzento e as palavras

Resenha do livro Alex e eu, de Irene Pepperberg

79 Retrato de um matemático quando jovem

Na infância de Carl F. Gauss, um famoso exemplo de raciocínio

QUAL O PROBLEMA?

80 Como lidar com nosso legado sombrio?

Anistia não significa esquecer crimes cometidos no período militar



### ?

#### Comer pão com bolor faz mal à saúde? Torrá-lo neutraliza o possível efeito maléfico?

FRANCISCO CORRÊA, POR CORREIO ELETRÔNICO

Sim e não. Formado por fungos e leveduras, o bolor é o nome vulgar dado somente à textura esbranquiçada, esverdeada ou mesmo enegrecida que se desenvolve na superfície dos

alimentos, quando são armazenados

de maneira inadequada, ficam expostos ao ambiente ou até sob refrigeração. Essa substância até poderia ser considerada inócua, mas, como em casa, nos restaurantes ou em outros locais de venda ou conservação de alimentos não temos como saber quais as espécies de organismos que se desenvolvem nos alimentos, não se pode considerar esse bolor inofensivo.

Além disso, quando um fungo se expõe na superfície do alimento, é porque sua colônia já está bem desenvolvida no interior do mesmo, e é lá que são produzidas as substâncias nocivas, chamadas de micotoxinas – que variam de acordo com a espécie do fungo.

Torrar o pão mata o fungo, mas, na maioria das vezes, não inativa a toxina produzida por ele, pois esta é resistente ao calor. O consumidor deve confiar nas mensagens de repulsa de sua visão e de seu olfato: deve recusar alimentos que não atendem aos requisitos de nossos sentidos e de sanidade, evitando ser acometido por doenças assim veiculadas pelos alimentos.

Réia Sílvia Lemos Faculdade de Nutrição, Universidade Federal do Pará



#### Como foram definidas as notas e a escala musicais?

THIAGO PINHEIRO, RIO DE JANEIRO/RJ

As escalas são estruturas básicas da construção musical. A palavra escala significa 'escada', e não é difícil entender essa analogia quando escutamos uma escala musical. Imagine subir uma escada, admitindo-se que os degraus possam ser baixos ou altos, igual ou desigualmente espaçados. Diferentes culturas do mundo definiram e utilizam grande variedade de escalas musicais. Apenas na Índia, por exemplo, mais de 70 diferentes escalas, algumas muito parecidas entre si (segundo nossa limitada percepção ocidental), são empregadas em sua música clássica. Se as escalas podem ser tão variadas, as notas que as



ma, as notas são igualmente espaçadas. Assim, a relação entre o dó e o dó sustenido (no piano, a tecla preta logo acima e à direita do dó) é idêntica à relação entre o dó sustenido e o ré, entre o ré e o ré sustenido e assim por diante. No caso da escala mais difundida, a sequência dó-ré-mi-fá-sol-lá-si-dó (ou escala diatônica de dó maior), as distâncias entre as notas são respectivamente de 2-2-1-2-2-1 'degraus' cromáticos, como os referidos acima.

Quanto às notas, que correspondem aos 'degraus' de uma escala, elas são escolhidas de maneira arbitrária. Não há nenhuma razão para o dó ou o lá soarem do jeito que soam. Entretanto, para que os instrumentos possam tocar em conjunto, é importante a padronização das notas. Graças, sobretudo, à presença marcante do órgão de tubos nas igrejas cristãs, há mais de mil anos, estabeleceu-se progressivamente uma padronização das notas musicais que acabou adotada por bandas, orquestras e outros conjuntos instrumentais. Atualmente, a maioria dos instrumentos do mundo tende a ser afinada no padrão do lá de 440 hertz (Hz, ou ciclos por segundo), frequência convencionada por tratados internacionais. Ainda assim, as orquestras do Brasil e de grande parte da Europa usam o lá 442 Hz como referência.

#### **Leonardo Fuks**

Escola de Música, Universidade Federal do Rio de Janeiro

# Por que a cor violeta é considerada mais 'fria' que as cores vermelha e amarela se os fótons daquela são mais energéticos que os destas?

ANTONIO CARLOS K. DE SÁ, PETRÓPOLIS/RI

Para responder a essa pergunta, é preciso distinguir conceitos válidos nas artes e conceitos da física. A clas-

sificação das cores como 'quentes' ou 'frias', frequentemente empregada em pintura e nas artes em geral, não tem qualquer relação com a física.

Poderíamos ser levados a pensar que uma cor considerada 'quente' nas artes, como, por exemplo, o vermelho, tem mais energia que uma cor 'fria', como o violeta.

Entretanto, como bem observou o leitor, o que ocorre em física é exatamente o oposto:

partículas de luz (fótons) que compõem a radiação de cor violeta carregam mais energia do que os fótons da luz vermelha.

Este fato decorre de um resultado bastante importante da física quântica: a radiação eletromagnética (ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama) consiste em fótons que carregam um 'pacotinho' (que os físicos denominam quantum) de energia diretamente proporcional à frequência da radiação. Assim, quanto maior a frequência da radiação, maior a energia do fóton – os fótons mais energéticos são os de raios gama. A intensidade da radiação é proporcional à energia total que ela transporta e, consequentemente, ao número de fótons.

Esse resultado, devido aos trabalhos de Albert Einstein (1879-1955), no início do século 20, foi fundamental para explicar experimentos da época, como o efeito fotoelétrico, no qual a luz arranca elétrons da matéria (metais, por exemplo). Foi crucial, ainda, para o desenvolvimento da mecânica quântica, teoria que lida com os fenômenos no diminuto universo atômico e subatômico.

Quando aplicado ao espectro visível, ou seja, à porção do espectro eletromagnético detectável pelo olho humano – que vai do vermelho (que corresponde a frequências da ordem de 4,0 x 10<sup>14</sup> Hz) ao violeta (com frequências até aproximadamente 7,5 x 10<sup>14</sup> Hz) –, esse princípio da física quântica nos mostra que os fótons correspondentes à luz violeta carregam mais energia do que os correspondentes à luz vermelha.

Felipe A. Pinheiro Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

# É verdade que uma pessoa pode estar infectada pelo parasito da doença de Chagas e não saber?

JULIANA MELO, POR CORREIO ELETRÔNICO

os barbeiros defecam e, quando a pessoa coça o local da picada ou mesmo os olhos, se contamina com os parasitos, que atingem a corrente sanguínea. Existem também relatos de raros casos de contaminação oral por suco de açaí e caldo de cana.

Atualmente, há exames sorológicos, realizados principalmente nos bancos de sangue, que determinam a presença de anticorpos para o *Trypanosoma cruzi* no sangue do indivíduo.

Sim, a doença de Chagas pode passar silenciosa por vários anos, causando seu agravamento, porque os sintomas iniciais são comuns a outras doenças como febre e mal-estar. Exames de sangue padrão, como o hemograma, não detectam o mal de Chagas. Há testes específicos para a doença, os quais devem ser prescritos por um médico.

A doença de Chagas é causada por um parasito chamado *Trypanosoma cruzi*. Este parasito é transmitido pelas fezes de insetos conhecidos popularmente como 'barbeiros', que se alimentam de sangue e têm esse apelido porque costumam picar o rosto das pessoas enquanto elas dormem. Após sugar o sangue,

#### **Georgia Atella**

Instituto de Bioquímica Médica, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro • RJ

CORREIO ELETRÔNICO:
cienciahoje@cienciahoje.org.br

CEP 22290-140 •

Av. Venceslau Brás, 71 fundos • casa 27

#### **BARULHO NA OCA**



# Manuela Carneiro da Cunha

Entre militância política e conquistas acadêmicas, a antropóloga Manuela Carneiro da Cunha tornou-se uma referência mundial a respeito da questão indígena. Autora de Direitos dos índios (Brasiliense, 1987) e do recém-lançado Cultura com aspas (Cosac Naify, 2009), a pesquisadora luso-brasileira busca, acima de tudo, tirar os povos indígenas brasileiros do seu lugar comumente negligenciado e colocá-los como agentes de sua própria história.

Assim, termos como 'aculturação' e 'autenticidade' são repudiados por ela, que prefere tratar da questão de maneira plural, respeitando a autonomia dos povos indígenas de decidir sobre sua própria identidade.

Cultura com aspas é uma reunião de ensaios que percorrem 30 anos da carreira de Carneiro da Cunha, tratando de assuntos variados em relação aos povos indígenas. Mesmo tendo feito poucos trabalhos em campo, a antropóloga iniciada por Claude Lévi-Strauss (1908-2009) apresenta abundantes dados etnográficos e históricos em seus textos.

Na entrevista, concedida à *Ciência Hoje* durante o 33º Encontro Anual da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ciências Sociais (Anpocs), realizada em outubro de 2009, em Caxambu (MG), Carneiro da Cunha fala sobre o ressurgimento de uma identidade indígena e sobre a política indigenista do governo. Ela conta, ainda, como somou sempre, em sua vida, pesquisa acadêmica e engajamento político.

**Isabela Fraga** *Ciência Hoje*/RJ

#### Como a senhora articula o fazer científico com sua conhecida militância pela causa indígena?

São coisas diferentes, e é importante mantê-las assim. A militância implica responsabilidade em relação aos movimentos sociais, enquanto a pesquisa tem de ser aberta e sem entraves. Mas elas podem ser atividades complementares, como no meu caso. A experiência política é fundamental, permite entender como funciona o mundo real. Intervir nos processos políticos forma o indivíduo, além de aguçar sua curiosidade intelectual. A militância política aponta para alguns temas que merecem ser aprofundados. Por exemplo, escrevi o livro Os direitos dos índios às vésperas da Constituinte de 1988 para defender a tese de que, desde o Brasil colônia, há uma tradição jurídica que reconhece os direitos dos índios. O livro, publicado em 1987, foi diretamente dirigido para aquele momento de debate político. Esperávamos - e conseguimos, em larga medida - influenciar esse debate. Mas, para além da militância, o tema do direito indigenista acabou se desdobrando em vários outros. Há um artigo em Cultura com aspas, por exemplo,

artigo em *Cultura com aspas*, por exemplo, sobre a visão que [o estadista] José Bonifácio [1763-1838] tinha sobre os índios. Esse interesse surgiu a partir da minha militância e acabou gerando pesquisas científicas e acadêmicas. Acho que uma coisa complementou a outra.

#### Por que o título Cultura com aspas?

O título vem da distinção que eu faço entre cultura como os antropólogos a entendem — ou seja, no sentido de tudo o que nos move, desde comida até religião — e cultura no sentido que os grupos étnicos estão reivindicando. No primeiro caso, é largamente inconsciente, aquilo que a gente aprende sem perceber e torna-se praticamente uma segunda natureza. E, no sentido reivindicado pelos grupos étnicos, o que chamo de cultura entre aspas, não porque não seja absolutamente autêntica, mas pelo fato de ser reflexiva, é um discurso sobre si mesma. As aspas são o sinal dessa reflexividade.

#### Como a senhora vê a questão da autenticidade em relação ao índio?

A questão da autenticidade é uma falsa questão, mas com profundos efeitos políticos. Como se pode medir ou atestar a autenticidade? Se usarmos os costumes como critério, por exemplo, nós não temos os mesmos costumes de nossos avós e bisavós. Não é por acaso que a palavra autenticidade é cognata da palavra autoridade. Uma sociedade indígena se reconhece e é reconhecida como tendo um vínculo histórico com uma ou mais sociedades

pré-colombianas. Como esse vínculo histórico foi durante séculos motivo de discriminação, muitas sociedades indígenas se ocultaram. A tendência era esconder qualquer ligação com os antepassados indígenas. Hoje, há uma ressurgência.

#### A senhora concorda com a política de cotas em universidades para índios?

Concordo com as cotas para grupos sociais historicamente desfavorecidos. Muitos colegas e amigos meus são contra as cotas, argumentando que raça é um conceito desacreditado cientificamente e que a medida vai provocar um 'racialismo' que o Brasil não tinha. Eu mesma contestei há tempos a noção científica de raça, baseada em argumentos de alguns biólogos. Mas dizer que não existe raça enquanto conceito científico não é dizer que no dia a dia das pessoas a categoria não exista. Uso 'raça' para indicar a forma pragmática e de senso comum (derivada, mas já independente do conceito científico desacreditado), que tem efeitos sociológicos.

# Aculturação me parece uma daquelas palavras infelizes, assim como autenticidade

Para índios, não se fala de 'raça', e com razão. Como disse há pouco, uma sociedade indígena é um grupo de pessoas que se reconhecem como historicamente vinculadas a populações pré-colombianas e como tal são reconhecidas. Cabe a cada uma dessas sociedades reconhecer ou não seus membros. São essas sociedades, então, que devem confirmar o pertencimento dos candidatos a se beneficiarem das cotas. Essa, aliás, é uma reivindicação de quase todas as sociedades indígenas: que essas cotas sejam destinadas a pessoas designadas pelas próprias comunidades e que, depois de formadas, elas tenham responsabilidade de beneficiar a comunidade que as indicou. Do contrário, favorece-se o êxodo dos jovens das sociedades indígenas. As comunidades acham a ideia de cotas muito boa, desde que possam designar quem deve ir e que essa pessoa se sinta devedora e não desapareça em seguida. Nesse caso, as cotas seriam apenas um processo de assimilação que não resultaria em retorno para essas sociedades. Aliás, essa responsabilidade e a obrigação de serviços para a comunidade deveria ser estendida a todos os estudantes no Brasil que se beneficiam do ensino universitário gratuito.

#### O que a senhora pensa sobre a questão da aculturação dos índios?

Aculturação me parece uma daquelas palavras infelizes, assim como autenticidade. Os maiores líderes indígenas tiveram uma trajetória de sair da comunidade, ser educados fora e voltarem. Há muitos casos desse tipo. São pessoas que supostamente teriam sido aculturadas, mas que assumem um papel de destaque numa espécie de revitalização cultural. Isso não vale só para os índios. O sionismo de Theodor Herzl [1860-1904] foi um fenômeno do mesmo tipo. Ou seja, há um ir e vir o tempo todo. A ideologia de boa parte do século 20 era de assimilação. Hoje, o movimento é contrário, de valorização das diferenças. Para se dar conta disso, basta ver a recente Convenção da Unesco pela Diversidade Cultural ou a reformulação da Convenção da Organização Internacional do Trabalho.

de os índios serem ou não brasileiros legítimos, é muitas vezes para se questionar a lealdade deles em relação ao Estado. É um espantalho que se invocou novamente no ano passado, ao se discutir a homologação e a retirada dos invasores da terra indígena Raposa Serra do Sol, em Roraima. Isso é uma manipulação que, além de preconceituosa, é historicamente injusta porque aquela região, em particular, passou a ser do Brasil na sua disputa com a Inglaterra graças à presença dos índios. Foi ao demonstrar a existência de relações de comércio com os índios nessa região que o Barão do Rio Branco, no início do século 20, pôde garantir o que conseguiu nessa disputa de fronteiras. Não era por acaso que os índios eram então chamados de 'muralhas dos sertões'. Eles foram historicamente usados para garantir nossas fronteiras.

Nesse desenvolvimentismo que estamos vivendo agora, muito baseado na agroindústria, a sustentabilidade não é levada em conta. E, nesse sentido, é um desenvolvimentismo atrasado

#### Então, essa visão de que o índio seria aculturado é uma forma de vitimização?

Sim e é também um pretexto para espoliá-los. No século 19, isso ficou claríssimo. Em 1850, juntamente com a Lei de Terras [uma das primeiras leis brasileiras, após a Independência, que tratava de direito agrário], fez-se uma política de aldeamento dos índios que os tirava dos sertões, designandolhes novas terras sob a autoridade de um diretor cuja missão era 'civilizá-los'. Uns 20 anos depois, começou-se a dizer que os índios desses aldeamentos já estavam muito "misturados com a população" - o que hoje se chamaria 'aculturação' - e que, portanto, os aldeamentos deveriam ser extintos. Sendo extintos, outros se apropriavam dessas terras. Em suma, essa 'assimilação' era uma maneira de descaracterizar os direitos dos índios. Primeiro, os tiravam das terras tradicionais, depois dos próprios aldeamentos.

#### Como o Estado brasileiro se relaciona com os índios?

Os índios são brasileiros, sem dúvida os mais antigos. Isso foi reconhecido na lei desde a Colônia e simbolicamente desde os movimentos de independência. Quando se levanta a questão sobre o fato

# A presença de índios em áreas militares representa uma incompatibilidade?

Legalmente, nada impede que isso ocorra. Devemos lembrar que a União é dona das áreas indígenas sobre as quais os índios têm usufruto exclusivo. Quem tem o domínio é a União. Há muitas áreas da fronteira, no entanto, que não são da União, mas de particulares. Por que não se questionam essas áreas, e sim aquelas em

que o Estado está duplamente presente? Novamente, são aqueles espantalhos usados estrategicamente numa batalha que envolve direitos indígenas contra direitos de alguns plantadores de arroz.

#### O que a senhora pensa da política indigenista do governo do presidente Luiz Inácio Lula da Silva?

Tiro meu chapéu para o Lula, porque ele teve a coragem de homologar a reserva Raposa Serra do Sol. O Estado brasileiro defendeu essa posição no Supremo Tribunal Federal (STF) contra a bancada roraimense e contra os arrozeiros e seus ruralistas. Foi uma coragem que outros presidentes não tiveram. Essa é uma história antiga, que se arrastou por 30 anos, e era um ninho de marimbondos onde se tinha medo de botar a mão. Também tenho que tirar o chapéu para o ministro da Justiça, Tarso Genro, que declarou serem indígenas uma série de terras problemáticas, nas quais havia conflitos envolvidos. A questão é que não basta declarar terras indígenas. Deve-se realizar todo o processo de reconhecimento até a homologação no STF. E isso não ocorre há mais de um ano.

O problema que vejo na atual política é estrutural: sua prioridade é uma forma de desenvolvi-

mentismo que eu considero ultrapassada. Nesse desenvolvimentismo que estamos vivendo agora, muito baseado na agroindústria, a sustentabilidade não é levada em conta. E, nesse sentido, é um desenvolvimentismo atrasado. A sustentabilidade está na agenda do mundo, só não está na China e no Brasil. Havia uma época em que se dizia, no Brasil, que se os outros países não tiveram preocupações ambientais, por que nós temos de ter agora? Quer

dizer que vamos destruir as nossas florestas em nome de um desenvolvimento que norteou outros países nos séculos 19 e 20? Considero esse raciocínio absurdo.

#### A senhora acha que os índios podem 'segurar' fronteiras na Amazônia?

Mais que isso. Está na hora de fazer uma pesquisa sobre quem está na Amazônia de fato. Afinal de contas, quais são os interesses ali presentes? Vejo muitas empresas importantes de diversos setores que são preponderantemente estrangeiras. O que aconteceria numa crise de acesso ao nosso minério? Já foi feito e tornado público um levantamento da presença de interesses internacionais na Amazônia brasileira? É bem possível que a internacionalização já exista. Acho que se deve analisar em que ponto está a internacionalização da Amazônia e quais os efeitos que isso acarreta.

#### No seu trabalho, a senhora busca afirmar a ideia de uma história indígena.

#### Como os índios estão inseridos na história do país?

Lembro-me que a história dos índios que nos contavam no ensino secundário resumia-se mais ou menos ao seguinte: os índios no Brasil eram todos tupi-guarani, tinham infelizmente desaparecido mas não sem antes nos legarem a mandioca e as redes. Esse piedoso advérbio, "infelizmente", ocultava os processos que levaram à destruição de numerosíssimas populações. Tive há alguns anos um entrevero com [o cientista político] Hélio Jaguaribe quando ele repetiu o absurdo bordão de que foi "o progresso" que inevitavelmente aniquilou os índios. Que as sociedades indígenas eram muitas e diversas, que mais de 200 sobreviveram nas regiões mais inacessíveis e menos cobiçadas até recentemente, isso era ignorado pelos livros didáticos. Esses livros também ignoravam que as histórias dos índios não são apenas apêndice da nossa, mas têm dinâmicas próprias que se entrelaçam com ela. E, sobretudo, que eles não eram sombras extintas no passado e sim parte do presente e do futuro do Brasil.

Já foi feito e tornado público um levantamento da presença de interesses internacionais na Amazônia brasileira? É bem possível que a internacionalização já exista

Em uma teoria do final do século 18, que foi vigorosa a partir da segunda metade do século 19, tinha-se como certo que os índios eram a infância da humanidade e, como tal, não tinham história. Também na antropologia havia uma orientação de que não se podia fazer a história indígena porque não se dispunha das fontes necessárias. Todos esses preconceitos e argumentos convergiam para negar a ideia e a possibilidade de uma história indígena.

Na verdade, as sociedades indígenas, cuja história é dramática, não foram simplesmente vítimas passivas de um genocídio que as dizimou. No século 16, por exemplo, souberam usar as rivalidades entre portugueses e franceses para fazer sua própria política, aliando-se a uns ou a outros. As sociedades indígenas foram vítimas de um genocídio, mas não foram apenas vítimas: foram também agentes da sua própria história e da história do Brasil.

## Para a senhora, o conhecimento indígena – como, por exemplo, sobre plantas medicinais – é conhecimento científico. Como é isso?

As ciências ocidentais, que mudaram tanto ao longo da história e são tão recentes, se consideram soberanas e únicas a poder conhecer o mundo. Com isso, acho que não damos o devido valor às ciências indígenas, que são diversas, partem de outras premissas, mas têm um potencial de grande conhecimento. As ciências indígenas não são um tesouro fechado que já foi estabelecido pelas gerações anteriores. São, na verdade, conhecimento que vai sendo produzido. E, portanto, temos de ter instrumentos para não prejudicar o bom funcionamento dessas ciências. Veja, por exemplo, a questão de patentes e direitos de propriedade intelectual. Quem disse que essa é a melhor maneira de proteger as ciências indígenas? Talvez seja, talvez não, mas é uma questão que está sendo debatida internacionalmente e que ainda não tem uma conclusão. Não é só dizer que a partir de agora a propriedade intelectual será dada aos índios. A situação é muito mais complexa, porque não se trata só de reconhecer o passado, mas de manter as ciências indígenas funcionando.

# Sobre sangue, café, óleo e... coletes à prova de bala

Hábitos comuns do cotidiano

– como passar a água quente
pelo filtro de papel para fazer
um café – envolvem um tipo
de física complexa,
com aplicações práticas que
vão da produção de coletes
à prova de bala a processos
cruciais para a indústria
de grande porte,
como a de petróleo.
Uma contribuição importante

para o entendimento desses fenômenos, relacionados à passagem de um líquido por um meio poroso, foi dada agora por um grupo de pesquisadores brasileiros e suíços. O artigo foi

Physical Review Letters (v. 103, p. 194502, 2009).

capa da prestigiosa

assar um líquido através de um material poroso é um ato que faz parte de nosso cotidiano. Por exemplo, fazemos isso quando queremos filtrar algo, como nosso bom cafezinho. Outra observação do dia a dia: geralmente, quanto mais 'grosso' (mais viscoso) o líquido, mais difícil sua passagem pelo material poroso. Se colocarmos a mesma quantidade de areia em dois coadores de chá e adicionarmos ao primeiro água e ao segundo óleo, qual desses líquidos atravessará mais rapidamente a areia?

Resposta: a água.

Essa 'velocidade' estará relacionada com vários fatores: o tamanho do caminho percorrido pelo líquido; sua viscosidade; o tamanho dos grãos de areia; e como estes últimos estão arranjados (ou seja, se estão mais ou menos compactados).

Existem vários problemas de natureza prática em que situações similares ocorrem: da passagem do sangue pelo rim até o fluxo de óleo através de rochas porosas, como se dá no caso do xisto betuminoso (rochas porosas contendo óleo, encontradas em São Mateus do Sul, no Paraná). Essas situações estão relacionadas com problemas básicos ligados aos efeitos que os meios porosos tridimensionalmente desordenados (que não apresentam homogeneidade dos poros, como rochas, tecidos humanos e filtros) causam no comportamento do fluxo de diferentes líquidos quando estes os atravessam.

De fato, essa situação leva a uma divisão dos fluidos em newtonianos e não newtonianos. De forma bastante simplificada, os primeiros são aqueles em que a deformação do fluido é proporcional a um tipo de força com características especiais que o meio poroso aplica sobre o líqui-



do que o atravessa. Essa força é denominada tensão de cisalhamento, e nela as forças são geralmente paralelas, mas agem em sentidos opostos. Estamos acostumados a lidar diariamente com vários fluidos newtonianos: água, óleo, ar etc.

Nos fluidos não newtonianos, as coisas se passam de maneira muito mais complexa: na presença de uma tensão de cisalhamento, ocorre deformação (caso da lama gerada em uma perfuração), mas também pode aumentar a viscosidade do fluido (caso da maizena em água) ou diminuí-la (molho de tomate). Resumindo: para os fluidos não newtonianos, usa-se o termo reologia (estudo do fluxo) para designar os estudos relacionados com a viscosidade, elasticidade, plasticidade e o escoamento da matéria.

Em artigo recém-publicado, pesquisadores do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará e colegas suíços viram nessas manifestações possibilidades interessantes de estudo por meio de ferramentas de trabalho como a modelagem e a simulação computacional. Daí, foi um passo para se envolverem com o problema do fluxo de vários fluidos não newtonianos quando em contato com meios porosos tridimensionalmente desordenados - aquilo que poderíamos chamar 'fluidodinâmica computacional'.



Atacaram o problema em dois tempos. No primeiro, usaram como meio poroso o modelo do 'queijo suíço', por onde passava um fluido não newtoniano. Normalmente, se esperaria um comportamento muito diferente daqueles presentes em fluidos newtonianos. Entretanto, foi observado que, independentemente das características do 'queijo' escolhido (desordem do meio poroso) e da complexidade da reologia do fluido (velocidade de escoamento, densidade, viscosidade), existem condições definidas em que não há variação de comportamento. Ou seja: a despeito de tudo, somente o comportamento de fluxo newtoniano é observado.

Em um segundo momento, foram ver o que acontecia com o escoamento dos chamados fluidos binghamianos, quando estes atravessam os meios porosos. A principal característica desse tipo de fluido – do qual a lama de perfuração é um exemplo clássico – é que ele se comporta como um sólido quando a tensão de cisalhamento é pequena.

Dito de modo simplificado, os autores 'detectaram' uma 'chave liga-desliga' para o escoamento do fluido binghamiano que é ativada por variações da tensão de cisalhamento.

Quais as implicações desses resultados?

São muitas. Podem, por exemplo, ter importante impacto no desenvolvimento de melhores dispositivos para o escoamento de fluidos anômalos, como sangue, óleos lubrificantes, pastas, cimentos líquidos, entre outros, através de obstáculos que possam ser representados por diferentes meios porosos (rochas, leitos empacotados, fibras etc.).

Uma aplicação bastante recente dessas ideias está no uso de fluidos especiais – denominados pseudoplásticos – na área de segurança, visando ao aperfeiçoamento de coletes à prova de bala, que são muito usados em conflitos urbanos. Em sua concepção tradicional, esses coletes são fabricados usando-se fibras sintéticas especiais, como o Kevlar.

O que aconteceria se as fibras (meio poroso) fossem embebidas em um fluido (não newtoniano)?

Primeiramente, o colete fica mais flexível e, portanto, mais confortável, quando não está sujeito ao estresse. Quando um projétil entra em colisão com esse material (fibra + fluido), o fluido se torna instantaneamente muito mais viscoso, melhorando substancialmente o desempenho protetor da vestimenta.

Mas a coisa não fica só nisso. As abordagens decorrentes desse trabalho podem vir a subsidiar estudos ligados a outros fenômenos de transporte que podem ocorrer concomitantemente com o escoamento, como o transporte de partículas sólidas e de aerossóis, bem como a transferência de massa e calor em meios porosos, para ficarmos em poucos exemplos.

Os resultados advindos desses estudos serão fundamentais em aplicações relevantes ligadas ao desenho de novos processos de separação de misturas (por exemplo, a cromatografia e o fracionamento de partículas por tamanho). Mais: permitirá o projeto de dispositivos que abrirão enormes perspectivas para o desenvolvimento de novos processos químicos, com melhor desempenho e menor consumo de energia.

#### Oswaldo Luiz Alves

Laboratório de Química do Estado Sólido, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas (SP) BIOLOGIA Experimento mostra que naturalista inglês estava certo... de novo

#### DARWIN E OS PÊNIS DOS INSETOS

Há cientistas que têm tremenda capacidade de previsão sobre questões relacionadas às suas obras. Charles Darwin (1809-1982), na opinião desta coluna, é um caso emblemático disso. Um estudo engenhoso e elegante mostra que o naturalista inglês estava (mais uma vez) certo.

O experimento que levou a mais uma constatação das ideias de Darwin é um feito em si. Mas, antes, vamos à questão que estava em jogo. Para Darwin, os pênis dos insetos teriam função semelhante à da cauda do pavão: em termos simples, mostrar à fêmea que o portador da mais bela plumagem é mais sadio que seus competidores e, portanto, pode gerar proles igualmente mais saudáveis. Isso é denominado seleção sexual préinseminação.

No caso dos insetos, Darwin desconfiou que as intricadas estruturas dos pênis (ganchos, espinhos etc.) também serviriam para derrotar os adversários. Mas, desde então, estudos indicavam que a seleção ocorria durante ou até depois

da inseminação (neste último caso, a fêmea privilegiaria o esperma de um macho em detrimento do outro, por exemplo).

O experimento criativo foi feito por Michal Polak, da Universidade de Cincinnati, e Arash Rashed, da Universidade da Califórnia, ambas nos Estados Unidos. Com um bisturi *laser* ultrapreciso, a dupla amputou os 'ganchos' dos pênis de machos da mosca-das-frutas (*Drosophila bipectinata*). Esses espécimes foram colocados em um ambiente fechado juntamente com fêmeas e machos normais.

#### Velcro genital

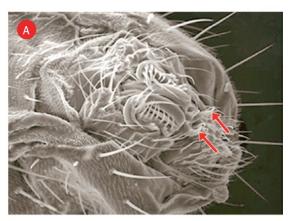
Polak e Rashed observaram que os machos submetidos à cirurgia não conseguiam trepar nas fêmeas para inseminá-las. Quando obtinham sucesso, a fertilidade era semelhante à dos machos não amputados. Segundo os autores, as observações permitem concluir que o formato do pênis (em especial, os ganchos) não tem a ver com uma seleção sexual pós-inseminação. Os ganchos, segundo os

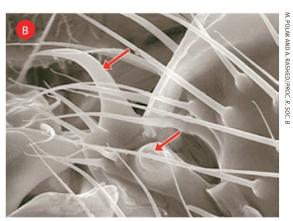
autores, dão vantagem antes da inseminação, por agirem como um 'velcro' que mantém as genitálias acopladas.

A dupla de cientistas, porém, enfatiza que os resultados não descartam a seleção sexual pós-inseminação em outros insetos. Um pesquisador independente ouvido pelo serviço noticioso *ScienceNow* disse que pode estar ocorrendo um tipo de seleção pós-inseminação: a fêmea poderia reservar menos nutrientes para a prole do macho amputado, por considerá-lo menos saudável.

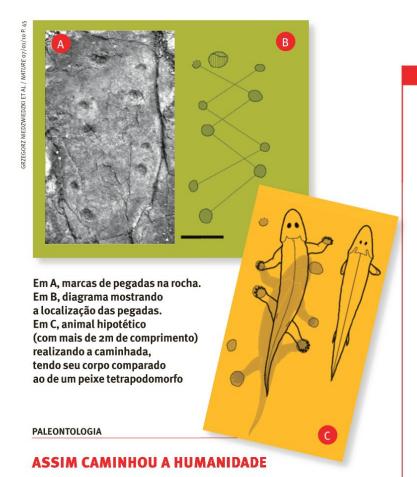
O artigo pode ser baixado gratuitamente da página da publicação: rspb.royalsocietypublishing. org. Caso o leitor faça isso, vale a pena clicar sobre os dados suplementares (*Data supplement*), que irá levá-lo a dois vídeos que mostram uma tentativa de sucesso e outra fracassada de cópula de, respectivamente, um macho normal e outro amputado.

Proceedings of the Royal Society B, 06/01/10 on-line





Em A, as setas apontam para a localização dos ganchos no pênis de uma mosca-das-frutas. Em B, um dos ganchos amputados. O tamanho dos ganchos está na casa das dezenas de micrômetros (milésimos de milímetro)



O conhecimento atual sobre os primeiros vertebrados terrestres não é profundo. Agora, surge, na Polônia, uma nova (e bela) evidência para tornar o cenário mais... confuso.

Vêm do sudeste polonês várias e distintas pegadas de animais com quatro pernas, os chamados tetrápodes. As peças foram datadas como tendo 397 milhões de anos. As espécies que deixaram suas trajetórias para a posteridade são desconhecidas. Alguns deles, dizem os autores, teriam até 2,5 m de comprimento.

A descoberta é uma forte evidência de que se sabe pouco sobre como os tetrápodes ganharam suas pernas. Até agora, acreditava-se que havia, entre eles e os peixes, uma forma intermediária, os chamados peixes tetrapodomorfos, cuja cabeça e corpo eram semelhantes aos do tetrápodes, mas, em vez de pernas, havia pares de nadadeiras.

O problema que vem a reboque das peças recémdescobertas é que elas são 10 milhões de anos mais velhas que outras evidências confirmadas sobre as espécies intermediárias. Ou seja, as novas pegadas indicam que os vertebrados terrestres (ancestrais também dos seres humanos) estavam caminhando pela Terra antes do que se imaginava até agora.

A descoberta é de um pesquisador polonês e um sueco. Para um breve vídeo (em inglês) sobre a descoberta: http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/ nature/8443879.stm

Nature, 07/01/10

#### SINTONIA FINA

Quer ter uma ideia de como será o mundo em 2020? Então, leia a seção 'Opinião' da edição de 7 de janeiro último da revista Nature. Reuniram-se especialistas (pesquisadores e pessoal de política científica) de 18 áreas. Já foi dito nesta coluna, mas vale repetir: previsões foram feitas para se mostrarem erradas (ou risíveis). Feito o alerta, vão aqui alguns extratos do planeta, da ciência e da sociedade daqui a 10 anos: i) a China deverá ter uma multinacional na área de fármacos; ii) a busca pela internet será majoritariamente pela voz e uma fração diminuta pelo pensamento; iii) o lobby das grandes corporações multinacionais deverá ser freado para que se obtenha um desenvolvimento sustentável. Esta última - não bem uma previsão, mas uma necessidade - parece ser a que tem menor chance de se realizar. Ela depende da mudança do amplo quadro político da atualidade, que o linguista e ativista político norte-americano Noam Chomsky denomina "democracia de Estado", ou seja, um sistema em que o poder está privatizado, e o papel dos governos é aplicar com severidade a disciplina do mercado aos fracos e dar assistência do Estado para proteger os ricos e privilegiados quando necessário. Ao todo, são sete páginas, com textos curtos. Descontadas as visões pessoais e parciais (alguns autores são da iniciativa privada e de organizações não governamentais), a coletânea é leitura interessante. Quanto ao mundo real, só em 2020 mesmo.

Eis a prova (cabal) de que desenvolver um produto para o mercado exige mais do que cálculos de engenharia, planilhas de produção, novos materiais, inovação, análises financeiras, propaganda, entre outras ações industriais e administrativas. No caso, sobrou a precisão das exatas, e faltou o bom-senso das ciências humanas (mais acostumadas com as diversidades culturais e populacionais). O fato se passou com a multinacional de computadores, a Hewlett-Packard (mais conhecida pela sigla HP, aquela das calculadoras cheias de botões e funções, material básico nas mochilas dos estudantes de engenharia e finanças). A câmera do computador de um modelo da HP é programada para acompanhar os movimentos da cabeça da pessoa que está na frente dela. Ou seja, pode reconhecer faces e segui-las. Um usuário negro fez o teste e mostrou que o computador não reconhecia sua face. Para provar sua tese, chama para a frente do vídeo uma colega branca. E tudo funciona normalmente. Ele volta e... nada. O negro faz todo o discurso com elegância e com certa dose de humor, mas termina concluindo: "Os computadores da Hewlett-Packard são racistas." A empresa diz que levou o assunto a sério (deveria ser de outro modo?) e que está tratando do problema. O vídeo (em inglês) se tornou popular no YouTube: http://www.youtube.com/ watch?v=t4DT3tQqgRM

Digamos que, no Brasil, houvesse uma superpopulação (quem dera!) de lobos-guará. E que, em resposta aos reclamos de fazendeiros (ataques a galinhas, por exemplo), o governo determinasse a matança de uma fração da população do maior canídeo da América do Sul. Será que apareceriam 190 mil caçadores dispostos a caçar esses animais? Na Suécia, cerca de 10 mil pessoas (igualmente, 1/1.000 da população do país) se apresentaram para matar 27 lobos, para frear a proliferação desse mamífero, que foi caçado até praticamente a extinção até a década de 1970. O parlamento sueco determinou que a população de lobos volte para 210 espécimes (ano passado, 20 casais tiveram crias). Organizações ambientalistas protestaram contra a matança, a primeira em 45 anos, alegando que ela é contra a legislação da União Europeia. A Associação Sueca de Caçadores apoia a medida, alegando que os lobos matam renas, gado e cães. O irônico é que, quando a Noruega resolveu fazer o mesmo em 2001, a Suécia protestou. Mais irônico ainda é que os dois países trabalharam em conjunto para reintroduzir os lobos em seus territórios. No primeiro dia, pouco mais da metade da cota já havia sido cumprida. Provavelmente, o parlamento sueco tem respostas para perguntas simples como: por que não doar para zoológicos? Por que não castrar machos e dar anticonceptivos para as fêmeas? Até o fechamento desta edição, não nos foi possível checar se os 27 animais haviam sido mortos.

#### **BIOLOGIA**

#### **GUELRAS PARA RESPIRAR?**

Esta coluna já noticiou resultados que mudaram as informações contidas em livros didáticos. Talvez, esse experimento, ao desafiar um daqueles conhecimentos 'consolidados', seja mais um exemplo disso.

Na década de 1940, um prêmio Nobel disse que os peixes haviam desenvolvido guelras para respirar. Mais tarde, essa afirmação foi sustentada com teorias que afirmavam que, à medida que os peixes se tornavam maiores e caçadores mais vorazes, as guelras foram ficando mais complexas, para sugar mais oxigênio da água.

E isso foi para os livros e é ensinado assim há décadas.

Clarice Fu, da Universidade da Colúmbia Britânica (Canadá), e colegas resolveram fazer um experimento para testar evidências que surgiram nos últimos 10 anos. A elas: para não ficarem enrugados (como as pontas de nossos dedos nas piscinas ou em banhos prolongados), os peixes precisam constantemente trocar íons (sódio e potássio, por exemplo) com a água. Sabe-se que os primeiros

peixes faziam isso com guelras primitivas.

Fu e colegas resolveram estão botar a teste a pergunta: o que vem primeiro, a troca de íons ou a de oxigênio? Para isso, puseram larvas de truta-arco-íris em um recipiente no qual a cabeça (e guelras) ficava isolada do restante do corpo (cauda). Por duas semanas, mediram os níveis de íons e oxigênio da água. Resultado: nesse período, as larvas trocaram muito mais íons com a água do que oxigênio. A inversão na troca só ocorreu 10 dias mais tarde.

Segundo os autores, isso demonstra que as guelras, primitivamente, se desenvolveram para a troca de íons. E com a conclusão vem um alerta: a crescente poluição das águas por metais pesados pode ser mais danosa aos peixes (na fase larval) do que se imaginava, pois o bloqueio da troca de íons por 'entupimento' das guelras pode ter efeito semelhante ao da falta de oxigênio na água para um espécime adulto.



Truta-arco-íris, pécime cujas larvas experimento para r hipótese sobre

o desenvolvimento das guelras

DR. ANDERS WAREN, SWEDISH MUSEUM OF NATURAL HISTORY, STOCKHOLM, SWEDE

ARMADURA DE FERRO • Os fãs de quadrinhos e suas adaptações para o cinema esperam para este ano a estreia da sequência de 'Homem de Ferro'. Tony Stark (interpretado pelo competente Robert Downey Jr.), cientista e industrial do setor militar, vira o super-herói ao vestir uma armadura poderosa que o protege praticamente de todos os ataques. A ciência mostra agora que vestimentas de ferro são coisa antiga. O caramujo Crysomallon squamiferum (foto), molusco encontrado recentemente nas profundas fossas hidrotermais no oceano Índico, tem seu traje metálico.

A equipe de Christine Ortiz, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (Estados Unidos), estudou, em nível nanoscópico, as três camadas que formam a concha do molusco. Não se conhece nada igual na natureza ou feito por humanos. A camada do meio é mais flexível, à base de cálcio; as exteriores, mais duras, de sais de ferro, elemento que o caramujo extrai do ambiente inóspito em que vive.

No conjunto, esse exoesqueleto oferece proteção contra o ataque de predadores. Além disso, a disposição das três estruturas permite boa dissipação de calor e resistência ao envergamento.

O caramujo de ferro já serve de modelo para o desenvolvimento de novas armaduras para fins civis e militares.

PNAS, 19/01/10 on-line



O governo dá dinheiro público para o cientista. Este faz uma pesquisa e publica seus resultados em uma revista. E o contribuinte (como diria um velho jornalista, "eu, você, todos nós") tem que pagar para saber quais as conclusões daquele trabalho. Parece justo? A Casa Branca (entenda-se, governo Barack Obama) parece decidida a levar adiante a política de 'acesso livre' aos artigos. O problema é apenas o 'como'. Os Institutos Nacionais de Saúde (conhecidos pela sigla NIH) já têm artifício semelhante: pesquisadores devem enviar cópia do artigo publicado para a instituição, que o torna disponível no sítio PubMedCentral (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ pmc/). O NIH 'segura' por até 12 meses a disponibilização. A ideia do governo é ampliar esse modelo para outras agências governamentais. Em uma consulta pública, não houve consenso (mas a iniciativa da Casa Branca obteve grande apoio). Editoras privadas e sociedades científicas reclamaram: o acesso livre vai acabar com as assinaturas (para as primeiras, isso quer dizer redução de lucros). O físico português João Magueijo, em seu livro Mais rápido que a velocidade da luz (Record, 2003), diz que as revistas científicas (dando a entender que isso inclui até as virtuais, e não só as de papel) estão com os dias contados, porque os cientistas (pelo menos os físicos) consultam, cada vez mais, repositórios, como o Arxiv (www.arxiv.org), onde os artigos são depositados antes da avaliação pelos pares. Segundo a revista Science, o governo norte-americano deve seguir a tradição de mínima interferência e estabelecer regras mínimas que poderão ser adaptadas pelas agências.



Suspeita-se que isso tenha sido feito pelos neandertais para fazer o objeto voltar a ter a aparência original ou para fazer a nova coloração combinar com o vermelho da parte interna (esquerda), que ainda pode ser visto na peça

#### **ANTROPOLOGIA**

#### SIMBOLISMO NEANDERTAL

Em uma conversa de bar no filme O diabo veste Prada, surge uma definição de moda como algo que confere individualidade às pessoas. Achados recentes indicam que esse comportamento já podia estar presente entre os neandertais.

Várias conchas foram encontradas na caverna de Aviones e no abrigo de Antón, dois sítios arqueológicos na província espanhola de Múrcia, no sul do país. A análise das peças levou os pesquisadores a concluir que os neandertais tinham percepção cognitiva do simbolismo.

Segundo o líder da equipe internacional, João Zilhão, da Universidade de Bristol (Reino Unido), os achados livram, de uma vez por todas, os neandertais daquela visão estereotipada de completos estúpidos.

Nas conchas, datadas como tendo entre 40 mil e 50 mil anos, foram encontrados pigmentos coloridos (amarelo, vermelho, preto e laranja). Três delas, com perfurações, eram usadas como 'joias', e as duas restantes, como recipientes para tintas.

O simbolismo em sítios neandertais é muito raro. Evidências nesse sentido só começam a ser encontradas com mais abundância com os humanos modernos, que empregavam esses ornamentos como decoração ou em rituais. Especialistas defendem que os neandertais, sem ter a capacidade para inventar esses simbolismos, copiaram aquilo que viam nos humanos modernos. Os autores dos trabalhos rebatem essa argumentação. Para eles, isso não é prova de que os neandertais não pudessem criar seus próprios simbolismos. Além disso, ressaltam que as peças achadas são pelo menos 10 mil anos mais antigas que esse contato.

Há nisso tudo um consenso, e ele diz respeito à razão de o simbolismo ser tão raro entre os neandertais e ter florescido entre humanos modernos. E a resposta tem a ver com questões demográficas e sociais. Os grupos neandertais eram pequenos e, portanto, não formavam redes sociais, que, por sua vez, requerem comunicação simbólica (interna e externa) de maior envergadura.

Proceedings of the National Academy of Sciences, 11/01/10 on-line

Consensos são perigosos: podem estar errados (basta lembrar do nazismo, por exemplo). Portanto, um pouco de desacordo é sempre salutar. As mudanças globais tendem ao consenso, e, quando se lembra que clima é algo extremamente complexo, recebe-se de volta o argumento de que o relatório do IPCC (sigla, em inglês, para Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) foi feito por 2,5 mil cientistas. Ou seja, fica parecendo que incerteza é coisa de outras áreas da ciência. Certo, o próprio relatório aponta as incertezas do tema, mas ler suas 1,6 mil páginas é coisa para aficionados. As incertezas, portanto, são assunto restrito aos especialistas. Agora, a revista Nature traz reportagem intitulada 'Os furos reais nas ciências climáticas' (21/10/10, pp. 284-287), porque essas dúvidas "merecem uma discussão mais ampla nas esferas pública e política". A reportagem foi também motivada pelo clima de suspeição que recaiu sobre o IPCC depois que 6 mil mensagens de correio eletrônico de pesquisadores da Unidade de Pesquisa Climática da Universidade de East Anglia (Reino Unido) foram obtidas por piratas de computador. Algumas delas davam a entender que os cientistas estavam escondendo um possível declínio da temperatura média da Terra. Era tudo o que as multinacionais do petróleo, por exemplo, queriam ver divulgado. Nessa história, o público fica então entre o chamado lobby do apocalipse (o mundo vai acabar se não cortarmos as emissões) e a pressão das corporações privadas (o fenômeno é natural e não causado pelo homem). Às ditas incertezas: precipitação, predição de clima regional, dados sobre o clima da Terra no passado remoto (paleoclima), aerossóis. O tema mereceu editorial da revista. O texto diz que os cientistas precisam de uma estratégia sofisticada de comunicação com o público. A reportagem, porém, enfatiza que as incertezas não descaracterizam a conclusão geral: o aquecimento global é nossa culpa. Mas essas dúvidas devem ser trazidas com franqueza a público. Caso contrário, como diz o editorial, "o pequeno grupo de indivíduos que negam a influência da humanidade sobre o clima irá tentar usar qualquer falha como evidência para desacreditar o cenário geral".

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

ARQUEOLOGIA > Civilização complexa na Amazônia pré-colombiana > Formas geométricas esculpidas na terra da floresta amazônica a partir do início da era Cristã indicam que a região abrigou sociedades numerosas e desenvolvidas.

http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/01/civilizacao-complexa-na-amazonia-pre-colombiana

#### ENTOMOLOGIA > Vespas no combate a pragas e doenças >

Sequenciamento do genoma de três espécies desses insetos pode ajudar a compreender melhor mecanismos genéticos animais, inclusive humanos, e abrir caminho para o desenvolvimento de novos medicamentos e técnicas de controle de pestes agrícolas.

http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2010/01/vespas-no-combate-a-pragas-e-doencas

#### NEUROCIÊNCIAS > Aprender dormindo? >

Pesquisa norte-americana demonstra que sons ouvidos no sono podem ser usados para reforçar a memória de um aprendizado. —; http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/aprender-dormindo

#### GENÉTICA > Comer à vontade sem engordar?! >

Cientistas brasileiros e norte-americanos criam de forma independente camundongos modificados que não ganham peso quando submetidos a uma dieta hipercalórica. No futuro, as experiências podem revolucionar o tratamento da obesidade e do diabetes.

http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/comer-a-vontade-sem-engordar

#### ZOOLOGIA > Rugidos de amor >

Pesquisadores descobrem que o som emitido pela fêmea do panda varia quando ela está em período fértil, o que facilita a aproximação dos machos.

http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2009/12/rugidos-de-amor

E MUITO MAIS EM www.cienciahoje.org.br

Bem-vindo ao Ano Internacional da Biodiversidade, iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU). Objetivo: alertar que a crescente perda de espécies em nível mundial já está afetando o bem-estar dos culpados: nós. Na Eco (19)92, no Rio de Janeiro, houve um acordo: a perda de biodiversidade deveria ser significativamente diminuída quando chegasse... 2010. Bem, chegou. Foi? Não. Na verdade, dizem os especialistas, as taxas de perda se aceleraram, e os bons resultados foram, digamos, apenas locais. Hoje, a taxa de extinção de espécies é cerca de mil vezes maior que a natural, e catastrofismo à parte – já se diz que estamos rumando à sexta grande extinção do planeta (as outras cinco foram causadas pela própria natureza). A ONU quer fazer da biodiversidade um assunto com o mesmo estatuto que o do clima. A 15ª Conferência do Clima, encerrada recentemente, foi um fracasso (todos já sabiam, mas não custava ter esperança). Há a ideia de se montar um painel sobre biodiversidade, nos moldes do IPCC (que trata dos assuntos do clima) e se aproximar de dois agentes geralmente imiscíveis: ciência e política. Em outubro próximo, se tentará um acordo. Uma das propostas é que países financeiramente pobres, mas ricos em biodiversidade, possam explorar essa riqueza para benefício da população (a análise não hipócrita é que, toda vez que se cita o verbo 'explorar', ele beneficia ricos e poderosos; a maioria pobre fica é com a exploração). Atividades estão programadas em vários países e por organizações não governamentais, e as estratégias para conscientizar a população sobre a importância do tema poderão incluir esportes, como futebol. Estudo em andamento da ONU adianta que só o desmatamento em nível mundial causa perdas de US\$ 2,5 trilhões (cerca de R\$ 5 trilhões). Por ano. Mais informações (em inglês, espanhol e francês) em: http:// www.cbd.int/2010/



#### Astrobiologia: Estamos sós?

Gustavo F. Porto de Mello (OV- UFRJ) - 03 de março de 2010

#### Brasil, um estado laico?

Roseli Fischmann (FE-USP & Univ. Metodista de São Paulo) - 07 de abril de 2010

#### Os sons da floresta

Mario Eric Cohn-Haft (INPA) - 05 de maio de 2010

#### A Matemática do cotidiano

Marco Moriconi (IF-UFF) - 02 de junho de 2010

#### **Rios Voadores**

Pedro Leite da Silva Dias (LNCC) - 07 de julho de 2010

#### Miragens gravitacionais e a busca pela materia e energia escura

Martin Makler (CBPF) - 04 de agosto de 2010

#### **Experimentação Animal**

Octavio Augusto França Presgrave (FIOCRUZ) - 01 de setembro de 2010

#### Exploração do petróleo na camada do pré-sal

Adilson de Oliveira (IE-UFRJ) - 06 de outubro de 2010

#### Proteínas: De volta para o futuro

Gilberto Domont (IQ-UFRJ) - 03 de novembro de 2010

#### Museu Vivo da Amazônia - MUSA

Ennio Candotti (UEA) - 01 de dezembro de 2010

O Ciência às Seis e Meia é um ciclo de palestras, promovido pela SBPC/RJ em parceria com o CBPF, dirigido a todos que apreciam as ciências, têm interesse em conhecer as questões e os avanços científicos atuais, e aos curiosos sobre o

mundo em que vivemos. As palestras são ministradas em linguagem acessível a leigos. LOCAL:

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF Auditório Ministro João Alberto Lins de Barros Rua Xavier Sigaud, 150 - Botafogo

#### INTERNET

Transmissao em tempo real pelo link: mms://itv.cbpf.br/cienciaseisemeia

Maiores detalhes sobre os projetos em: www.sbpcrj.org.br/projetosCienciaSeisMeia.shtml

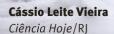














FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE IMMUNOLOGY, NATURE NEUROSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE METERIALS, GENE THERAPY, PHYSICS NEW UPDATE (THE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICAL REVIEW POCUS (AMERICAN PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS),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

# Indolência tropical

#### Franklin Rumjanek

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



pergunta central do biólogo norte-americano Jared Diamond, no magnífico livro Armas, germes e aço, de 1998, foi: "Por que o desenvolvimento humano ocorreu com diferentes taxas nos diferentes continentes?" Em outras palavras, por que a riqueza e o poder foram distribuídos de maneira tão desigual no planeta?

Diamond descarta qualquer explicação racista com base genética, bem como a interpretação que invoca o clima como o principal responsável pela heterogeneidade. Segundo a visão climática de desenvolvimento – aliás, muito popular –, os povos que viviam ou vivem em regiões mais frias seriam mais criativos e teriam maior disposição para o trabalho do que os habitantes das regiões temperadas e tropicais. Para os últimos, a relativa fartura de nutrientes e as altas temperaturas teriam reprimido o estímulo à inventividade, resultando em um segundo plano na competição tecnológica. Por isso, historicamente teriam sido sempre os colonizados.

Entretanto, apesar da refutação de Diamond, evidências sugerem agora que de fato existem diferenças constitutivas entre habitantes dos hemisférios Norte e Sul (não apenas em humanos), e que estas podem ter resultado de adaptação seletiva. As marcas distintas mais aparentes estão nos genomas das mitocôndrias, organelas chamadas de usinas de energia das células eucarióticas. Como se sabe, além do DNA presente no núcleo dessas células, as mitocôndrias também têm seu DNA. Além de se converter em calor, importante para os animais que controlam a temperatura corporal, a energia gerada nas mitocôndrias também viabiliza a contração muscular e outros processos que mantêm os órgãos funcionando.

A geração de energia nas mitocôndrias depende de proteínas que compõem, juntas, o chamado sistema de oxidação fosforilativa. Parte das instruções para esse processo está contida no DNA mitocondrial, e este, assim como o existente no núcleo das células, pode sofrer mutações e, portanto, também está sujeito à seleção natural. Qual teria sido o fator mais importante da pressão seletiva? Levando em conta somente a produção de calor pelas mitocôndrias, é possível imaginar que, em uma região tropical ou temperada, haveria menos demanda para produção de calor do que em regiões mais frias. Com efeito, é isso que se observa em várias espécies, incluindo a humana. Os genes que contêm instruções para a síntese das proteínas do sistema da oxidação fosforilativa são de fato diferentes em populações situadas em latitudes distintas. Em consequência, a produção de calor também é diferente.

As mitocôndrias seriam, então, o motor da diferenciação que culminaria no processo de especiação? Parece que sim. Essa é a hipótese de Moran Gershoni e seus colaboradores da Universidade Ben-Gurion, de Israel. Em artigo publicado no final do ano passado na revista científica BioEssays (v. 31, p. 642), eles mostram que a principal contribuição para eventos ligados à especiação pode vir do sistema genético das mitocôndrias. Em outras palavras, se em dado momento as mitocôndrias se modificam, pode-se prever que a formação de novas espécies virá mais adiante.

Para que isso ocorra, as células reprodutivas (gametas) precisam ser afetadas pelas alterações verificadas nas mitocôndrias. Ou seja, as mutações sofridas por um indivíduo só serão transmitidas aos descendentes se estiverem presentes no DNA dos gametas. Sabemos que, para fertilizar os óvulos, é preciso que os espermatozoides se movimentem vigorosamente ao longo do canal reprodutivo, e a motilidade da cauda (o motor do espermatozoide) depende da energia suprida pelas mitocôndrias.

A principal contribuição para eventos ligados à especiação pode vir do sistema genético das mitocôndrias

Portanto, defeitos nas mitocôndrias dos espermatozoides podem comprometer a fertilidade em uma determinada população. Interessantemente, modificações no DNA mitocondrial associadas à redução da motilidade de espermatozoides foram constatadas em populações humanas europeias. A hipótese do grupo de Gershoni foi elaborada com cuidado e parece bem plausível. Se for aceita pela comunidade científica, será necessário rever uma série de conceitos, admitindo-se, por exemplo, a possibilidade de que Norte e Sul tenham mesmo diferentes comportamentos, ditados pelas pequenas mitocôndrias. Mas é disso que a ciência é feita.



# istica do violino

O violino é considerado o mais sofisticado dos instrumen-

tos de cordas. É uma obra de arte refinada em suas linhas, de inspirada beleza plástica, e uma invenção de grande complexidade em termos acústicos. Faz parte de uma 'família' de instrumentos tradicionais que inclui ainda a viola e o violoncelo. O violino surgiu na Itália no começo do século 16, como uma evolução de instrumentos de cordas friccionadas como o rebec, a vielle e a lira da braccio, usados popularmente em festas com danças, segundo historiadores.

Os primeiros violinos foram criados por duas célebres escolas italianas de luteria, como é chamada a fabricação de instrumentos musicais de cordas e com caixa de ressonância: a escola de Brescia, com Gasparo Bertolotti, conhecido como Gasparo Da Salò (1540-1609), e a de Cremona, com Andrea Amati (c.1505-c.1578). Em Brescia, Giovanni Maggini (1580-1630) foi além dos passos de Da Salò, seu mestre, produzindo as formas atuais do violino e construindo os primeiros violoncelos. Em Cremona, a dinastia dos Amati atingiu sua supremacia com Nicola Amati (1596-1684), neto de Andrea Amati e mestre de Andrea Guarneri (1626-1698) e Antonio Stradivari (c.1644-1737). Outro renomado luthier foi Bartolomeo Giuseppe Guarneri (1698-1744), conhecido como 'del Gesù', neto de Andrea Guarneri.

Guarneri del Gesù e Antonio Stradivari são universalmente considerados os maiores fabricantes de instrumentos de corda de todos os tempos. Hoje, os instrumentos ainda existentes são altamente valorizados: em 2006, um comprador anônimo pagou US\$ 3,5 milhões por um violino Stradivarius de 1707 leiloado na casa Christie's, nos Estados Unidos. O fato de o violino praticamente não ter sofrido modificações nos últimos 250 anos ilustra o extraordinário nível artístico e tecnológico alcançado pelos *luthiers* italianos daquela época.

A compreensão da acústica do violino é um desafio até os dias de hoje. Os físicos sempre se sentiram cativados por esse instrumento. O alemão Albert Einstein (1879-1955), talvez o mais famoso físico do mundo, era violinista e participou de grupos de música de câmara em Berlim (Alemanha) e em Princeton (Estados Unidos). Muitos físicos contribuíram com pesquisas para a compreensão das propriedades físicas e acústicas do instrumento. Entre eles estão o francês Félix Savart (1791-1841), o alemão Hermann von Helmholtz (1821-1894), o norte-americano Frederick Saunders (1875-1963) e o indiano Chandrasekhara V. Raman (1888-1970).

Cravelhas

Pestana

Sol

Ré

Ιá

Mi

Espelho-

Tampo

Cavalete

Micro

afinadores

As condas e os sons

As cordas são afinadas, na frequência das notas, ajustando-se sua tensão com minúsculos parafusos, os microafinadores. A expressividade do violino é também atribuída à existência, neste, de um timbre (ou seja, uma característica sonora) específico para cada uma de suas cordas. A mais aguda (Mi) é brilhante e incisiva; a segunda (Lá) sugere doçura e

delicadeza; a terceira (Ré) tem uma sonoridade profunda, ressonante e melodiosa; e a quarta (Sol) é grave e imponente.

As cordas são colocadas em vibração pela fricção com um arco. Este é uma peça de madeira longa, de curvatura convexa, com um conjunto de fibras feitas de crina de cavalo presas a suportes em suas extremidades (figura 2). A forma convexa do arco faz

com que a tensão das crinas

se mantenha inalterada quando o executante as pressiona contra as cordas. Assim, o executante obtém um som firme e homogêneo em qualquer parte do arco que esteja, em dado momento, em contato com as cordas. Para definir as notas,

Figura 1. Vista frontal de um violino indicando as principais partes do instrumento, além da disposição das quatro cordas e dos orifícios na forma de "f" estilizado no tampo superior e das notas usadas na afinação das cordas

o músico, com o dedo, aperta a corda friccionada contra o 'braço' do violino (denominado 'espelho'). Os violinistas também podem obter sons 'beliscando' as cordas com os dedos e com toques rápidos das crinas ou da madeira do arco.

Para confeccionar o arco, a madeira ideal é a do pau-brasil (Caesalpinia echinata). O uso dessa madeira, que reúne as características mais adequadas de densidade, resistência e capacidade de manter a curvatura, foi consagrado pelo fabricante de arcos francês François Tourte (1747-1835). No entanto, a preocupação com o corte dessa espécie, incluída nas listas de árvores ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, na sigla em inglês) e da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas (Cites, na sigla em inglês), tem estimulado a procura de outras madeiras apropriadas para a produção de arcos. Uma espécie considerada promissora, segundo estudos desenvolvidos pela botânica Edenise Segala Alves no Instituto de Botânica de São Paulo, é a também brasileira maçaranduba (Manilkata elata).

O movimento de uma corda friccionada por um arco envolve um processo do tipo 'prende-desliza'. Para aumentar a capacidade de fricção entre as fibras da crina do arco e as cordas do violino (figura 3), as fibras são impregnadas com breu, resina obtida de seiva de pinheiros. Ao passar o arco sobre a corda, este a 'prende' e a desloca. A corda então movimenta-se por cerca de 1 mm, e em seguida a força restauradora (tendência a retornar à posição original) aumenta a ponto de vencer o atrito e a corda é liberada, 'deslizando' pelas crinas até ser 'presa' de novo, um pouco mais adiante, recomeçando o ciclo, que se repete com a frequência da nota tocada.

Ao ser friccionada, a corda forma dois segmentos retos unidos no chamado ponto de dobra. No início, esse ponto coincide com o ponto de contato entre as crinas e a corda. No entanto, com a continuação do movimento do arco, o ponto de dobra desloca-se ao longo da corda e sofre reflexão nas extremidades desta (figura 4). A grande velocidade em que isso acontece impede que vejamos esses segmentos: podemos ver apenas os dois arcos parabólicos descritos pelo movimento do ponto de dobra.

O som musical emitido por uma corda que vibra é determinado pelo tom fundamental e seus parciais, ou harmônicos (vibrações com frequências múltiplas de uma frequência fundamental). A vibração da corda friccionada por um arco é diferente da vibração de uma corda tangida (de uma guitarra, por exemplo). Quando uma corda é 'beliscada', os parciais gerados decaem rapidamente e são ligeiramente anarmônicos. Se a corda é friccionada por um arco, porém, a oscilação é mantida e a onda sonora resul-

Figura 3. Imagens de microscopia eletrônica de um fio de crina de cavalo usado em um arco de violino (A), e de uma corda de aço (Lá) para violino (B). No fio de crina podem ser vistas as pequenas escamas orientadas que determinam a fricção com a corda. Essa última é formada por uma fina corda central recoberta por uma espécie de 'fita' metálica enrolada, artifício que aumenta a densidade da massa da corda sem afetar sua flexibilidade

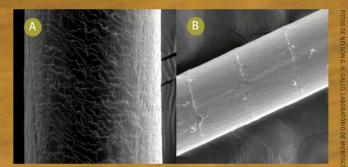


Figura 2. O arco
de violino é feito
de fios de crina de cavalo
presos às extremidades
de uma peça de madeira longa
e curva. As crinas são tensionadas
com ajuda de um parafuso
localizado em um suporte (o talão)
na extremidade do arco

tante assume uma forma denominada 'dente de serra', composta pela repetição e superposição de harmônicos.

Assim, o espectro sonoro do violino tem a frequência da nota executada (a frequência fundamental) e também um grande número de harmônicos de amplitudes decrescentes, todos eles múltiplos inteiros da frequência daquela nota. Espectros de som ricos em harmônicos são muito apreciados em música porque a qualidade do som de uma nota tocada por um instrumento é determinada pelo número de harmônicos presentes e suas amplitudes. Daí vem a riqueza sonora do violino.

Embora a amplitude da vibração das cordas do violino seja considerável (cerca de 1 mm), o som liberado para o ar é muito fraco. As cordas são muito finas e, ao vibrar, deslocam pequena quantidade de ar. Portanto, é necessário transferir essa vibração para uma superfície bem grande, de forma que esta, ao vibrar, desloque um volume apreciável de ar e aumente a intensidade do som. No violino, a peça que transfere as vibrações das cordas para a caixa acústica é o cavalete, e os grandes tampos dessa caixa são bastante eficientes para movimentar o ar das vizinhanças e aumentar a radiação do som, atuando da mesma forma que o cone de um alto-falante.

A qualidade de um violino depende das propriedades físicas – densidade, dureza, elasticidade e velocidade de propagação do som – das madeiras utilizadas em sua construção. O tampo superior e o fundo dos instrumentos de corda são feitos com madeiras diferentes. O abeto (*Picea abies*) é a ma-

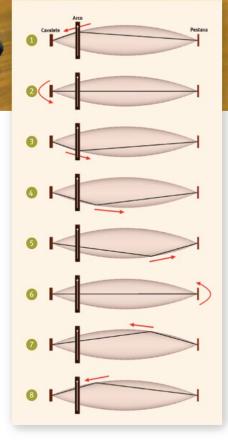


Figura 4. O movimento transversal de uma corda excitada por um arco (feito de fios de crina de cavalo) é formado por dois segmentos retos unidos em um ponto de dobra, o qual percorre toda a corda e sofre reflexão em suas extremidades. A velocidade em que isso ocorre não permite que vejamos esse movimento da corda. Assim, vemos apenas os dois arcos parabólicos resultantes do movimento completo

deira tradicionalmente empregada no tampo, por ser muito elástica, firme e resistente. Para o fundo (tampo inferior), são usadas as madeiras de duas espécies de aceráceas, *Acer campestris* e *Acer platanoides*, que apresentam densidade e rigidez maiores que a do abeto. É importante salientar que os tampos dos violinos não são meras peças de madeira: elas precisam se comportar como 'tábuas harmônicas', com modos normais de vibração cujas frequências sigam um padrão aproximadamente harmônico. Os *luthiers* fazem um cuidadoso trabalho de desbaste nas madeiras dos tampos e testam seus modos de vibração dando batidinhas com os dedos em lugares determinados até alcançar o resultado pretendido.

No tampo superior da caixa acústica do violino existem dois orifícios, dispostos simetricamente nos dois lados do cavalete, ambos com a forma de um 'f' estilizado. Além de conferir um certo charme



Figura 5. A disposição das cordas no violino – cuja tensão total chega a cerca de 250 newtons – resulta em uma força considerável sobre a superfície do tampo superior (A). A alma e a barra harmônica, colocadas dentro da caixa acústica do instrumento (B), são importantes em sua acústica

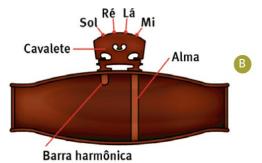
à estética do instrumento, esses orifícios têm funções acústicas bem definidas. Em primeiro lugar, tornam o tampo mais flexível na área mais central, onde fica o cavalete, facilitando a transmissão da vibração da corda para o corpo do violino. Em segundo lugar, conectam a caixa acústica, uma cavidade cheia de ar, com o exterior, o que também influencia o som emitido.

As vibrações geradas na corda são transmitidas ao tampo superior através do cavalete e ao fundo através da 'alma', como é chamado o pequeno pino de madeira que conecta firmemente tampo e fundo (figura 5) posicionado estrategicamente no interior do violino. As vibrações dos tampos fazem com que o ar, dentro da caixa, também vibre. A frequência da ressonância dessa cavidade – chamada de 'ressonância do ar' – entre 270 e 290 Hz, reforçando significativamente a sonoridade da nota da segunda corda do violino (Ré, com frequência de 293,66 Hz).

O cavalete é uma peça crucial para o violino, porque faz o acoplamento entre as cordas e o corpo do instrumento. Fabricado com madeiras duras como o bordo (Acer platanoides) e a faia (Fagus sylvatica), o cavalete fica na parte mais flexível do corpo do instrumento, exatamente a mais favorável para transmitir a vibração da corda para a caixa acústica. É importante salientar que o cavalete atua também como filtro acústico, transmitindo melhor algumas frequências e 'enfraquecendo' outras.

A disposição das cordas, que se estendem das cravelhas até os microafinadores, passando pelo cavalete, no qual existem ranhuras específicas para cada corda, impõe uma força considerável sobre a superfície do tampo. Essa força vertical atinge em torno de 90 newtons, o que equivale ao peso de um corpo com cerca de 9 kg sobre o delicado tampo. A forma arqueada deste ajuda a distribuir essa carga, evitando que ceda com o tempo.

O instrumento contém ainda uma pequena ripa de madeira, a 'barra harmônica', colada na superfície interna do tampo, logo abaixo de uma das 'pernas' do cavalete, no lado onde ficam as cordas mais graves. Fabricada com madeira de abeto e posicio-



nada no mesmo sentido das cordas, essa barra tem a função acústica de maximizar a área do tampo que oscila em fase (ou seja, que se move ao mesmo tempo), o que é importante especialmente para os sons graves. A barra harmônica tem ainda função estrutural: fornece suporte mecânico ao corpo do instrumento e também ajuda o tampo a suportar parte da força exercida pelas cordas através do cavalete.

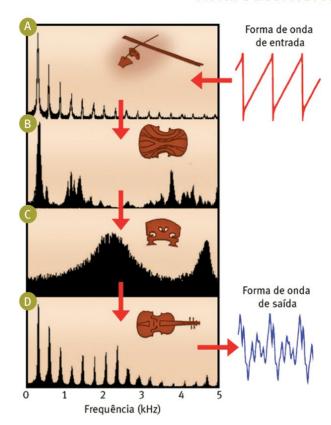
A alma do violino, como já mencionado, é um palito cilíndrico de madeira de abeto posicionado (não é colado) entre os dois tampos, logo abaixo da 'perna' do cavalete no lado onde estão as cordas mais agudas. O nome 'alma' reflete a importância dessa peça: pequenas alterações em sua posição ou forma alteram significativamente o timbre e a sonoridade do instrumento. Ela altera os modos de vibração de ambos os tampos. A alma funciona como o ponto de apoio de uma alavanca, imprimindo um leve movimento de balanço ao cavalete (como uma gangorra), que se acopla aos modos de vibração dos tampos.

Assim como nas caixas acústicas os sons graves são produzidos por alto-falantes relativamente grandes, que deslocam grandes quantidades de ar, o movimento de grande amplitude do tampo na região das cordas mais graves desloca uma grande quantidade de ar. No lado das cordas mais agudas, a alma limita a amplitude desse movimento. O resultado é uma radiação sonora de maior intensidade para o instrumento como um todo e, além disso, uma intensidade mais balanceada do som, já que a intensidade das cordas mais graves se torna comparável à da corda mais aguda. Simétrico na aparência externa, o violino tem suas propriedades acústicas fortemente influenciadas por esses dois elementos - alma e barra harmônica - ocultos em seu interior, que criam uma forte assimetria acústica dentro do corpo do instrumento.

Figura 6. O som que ouvimos quando um violino é tocado é a soma de várias componentes. O arco faz a corda vibrar, produzindo uma onda do tipo 'dente de serra' e um espectro de som rico em harmônicos (A). As vibrações e ressonâncias do corpo do instrumento (B) e do cavalete (C) reforçam os harmônicos do espectro cujas frequências coincidam com as dos modos normais dessas vibrações. O resultado é um espectro de som com componentes de diferentes intensidades (D), em função da influência de todas essas multirressonâncias. A forma de onda de saída foi obtida tocando a nota Ré de um instrumento real

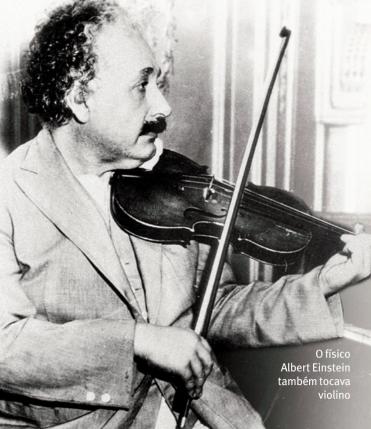
Rigueza harmônica

Agora estamos em condições de discutir como é produzido o som do violino. Quando uma corda é friccionada por um arco, a oscilação é sustentada por mais tempo e a relação entre o som fundamental e seus parciais é praticamente harmônica. A forma da onda resultante tem como característica um espectro de som rico em harmônicos. Sons com muitos harmônicos são muito apreciados em música, porque os sentimos como 'cheios' e mais ricos. No violino, esses harmônicos são afetados pelas vibrações e ressonâncias do cavalete e do corpo do instrumento (incluindo as ressonâncias dos tampos e do ar em seu interior), que reforçam e amplificam as componentes do som com frequências nessas ressonâncias.



O som do violino então, resulta da forma de onda originada pela excitação das cordas pelo arco, modulada pelas vibrações e ressonâncias do corpo do violino, de seus tampos e do cavalete, que reforçam os harmônicos cujas frequências coincidem com as dos modos normais de vibração desses corpos. O resultado (figura 6) é um espectro de som cujos componentes terão diferentes intensidades como resultado da influência de todas essas multirressonâncias.

A compreensão da influência dos componentes na extraordinária sonoridade do violino permanece um desafio até os dias de hoje. Um fato incontestável é que esse instrumento nos instiga tanto na nossa curiosidade artística quanto na necessidade de conhecimento mais profundo a seu respeito. Mas ainda mais gratificante é apreciar uma peça executada com virtuosismo pelos músicos que dedicam praticamente toda a vida ao domínio da técnica de execução do instrumento. Vale a pena dedicar alguns momentos do nosso dia para apreciar um violino.



#### Sugestões para leitura

HENRIQUE, L. L. Acústica musical. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

MENEZES, F. A acústica musical em palavras e sons. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.

RIBEIRO, J. A. S. Sobre os instrumentos sinfônicos. Rio de Janeiro, Record, 2005.

VASCONCELOS, J. Acústica musical e organologia. Porto Alegre, Movimento, 2002.

Na internet

Artigo 'A física do violino' (disponível em www.sbfisica.org.br/ rbef/pdf/302305.pdf)

# NOVOS NEURÔNIOS SÃO GERADOS NO CÉREBRO ADULTO?

Sempre acreditamos que os neurônios, diferentemente das demais células do nosso corpo, não eram gerados na vida adulta, nem tinham a capacidade de se multiplicar ou se regenerar nesse período. Estudos recentes, no entanto, constataram que novos neurônios são produzidos todos os dias, em áreas específicas do cérebro, em diversas espécies animais, inclusive em humanos. O histórico das pesquisas a respeito da neurogênese em adultos, a regulação desse processo, as implicações funcionais da produção de novas células no cérebro e as perspectivas dessa 'renovação' são apresentadas, de maneira simples e objetiva, neste artigo.

#### Luiz Fernando Takase

Programa Jovens Pesquisadores Fapesp, Laboratório de Anatomia (Departamento de Morfologia e Patologia), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos O médico espanhol Santiago Ramon y Cajal (1852-1934), considerado o

fundador da neurociência moderna e premiado com o Nobel de Medicina em 1906, publicou em 1928, em um de seus artigos, o conceito de que o sistema nervoso central é uma estrutura fixa e estável: novos neurônios não seriam adicionados ou regenerados no cérebro adulto. Ele acreditava que, após a completa maturação do sistema nervoso, novas células neuronais não poderiam ser geradas para substituir aquelas que morressem ou fossem danificadas. Desde então, este tem sido um dos dogmas da neurociência.

Os primeiros a desafiar esse dogma foram o neurocientista norte-americano Joseph Altman e o bioquímico indiano Gopal Das. Em pesquisa no Instituto de Tecnologia de Massachussets, nos Estados Unidos, em 1965, eles apresen-



taram fortes evidências da geração de novos neurônios no sistema nervoso central de ratos adultos. No entanto, seus resultados encontraram enorme resistência no meio acadêmico da época, sendo sumariamente silenciados e ignorados pela comunidade científica. Nos anos 1970 e 1980, novos estudos encontraram mais evidências de neurogênese em uma estrutura cerebral denominada hipocampo, em ratos e canários adultos, confirmando os trabalhos de Altman e Das. Novamente, a comunidade científica refutou os achados, e o dogma de Ramon y Cajal permaneceu inabalado por quase mais uma década.

Esse cenário começou a mudar na década de 1990, quando a psicóloga e neurocientista norte-americana

Elizabeth Gould, após uma década de estudos, de início na Universidade Rockefeller e depois na Universidade Princeton, ambas nos Estados Unidos, obteve com seu grupo evidências incontestáveis de neurogênese no giro denteado (uma região do hipocampo) em roedores, saguis e macacos adultos. No ano seguinte, o neurocientista Fred Gage e colaboradores, do Instituto Salk, também nos Estados Unidos, demonstraram, pela primeira vez, evidências da neurogênese no hipocampo de humanos adultos.

A partir daí, a neurogênese em adultos passou a ser amplamente aceita pela comunidade científica. Hoje, é estudada por grupos de pesquisa em universidades e institutos de todo o mundo.

#### PLASTICIDADE E REGENERAÇÃO

O cérebro adulto pode compensar lesões decorrentes de traumas ou acidentes vasculares por ser capaz de criar novas conexões e circuitos neurais entre os neurônios remanescentes, fenômeno denominado neuroplasticidade. Como esse importante mecanismo compensatório não inclui a geração de novos neurônios, sempre se acreditou que o tecido cerebral não pudesse se regenerar, devido à incapacidade de divisão neuronal. Atualmente, porém, sabe-se que essa crença não estava totalmente correta, já que a neurogênese foi comprovada em duas estruturas do cérebro de pássaros, roedores, primatas e humanos: o bulbo olfatório e o giro denteado do hipocampo.

O bulbo olfatório é a área primária do olfato, onde os odores são captados e enviados ao cérebro. É uma estrutura dupla, em formato de bastonete, localizada na face inferior do cérebro (figura 1). Os novos neurônios produzidos nessa estrutura integram-se aos circuitos neurais locais e participam na percepção de novos odores. Esse mecanismo é particularmente importante em animais – como roedores e outros – que dependem primariamente do sentido da olfação para sua interação com o meio externo e, em consequência, para sua sobrevivência.

Já o hipocampo é uma estrutura bilateral, com o formato (em cada lado) de um 'C' invertido, situada na região mais interna e inferior do cérebro (figura 2). A principal função do hipocampo está ligada à formação e consolidação de novas memórias, convertendo memórias de curto prazo em memórias de longo prazo. Por isso, é considerado um dos principais componentes do processo de aprendizado. O hipocampo ainda participa da regulação do comportamento emocional e da cognição. Essas características tornaram essa estrutura o principal foco dos estudos sobre a neurogênese em adultos.

Em outras áreas do sistema nervoso central, como o neocórtex (ligado ao pensamento e à linguagem) e a amígdala (relacionada com a memória e a agressividade), ainda é controversa a ocorrência de neurogênese. As informações publicadas em revistas científicas a respeito da possibilidade de formação de novos neurônios nessas áreas são muito conflitantes.

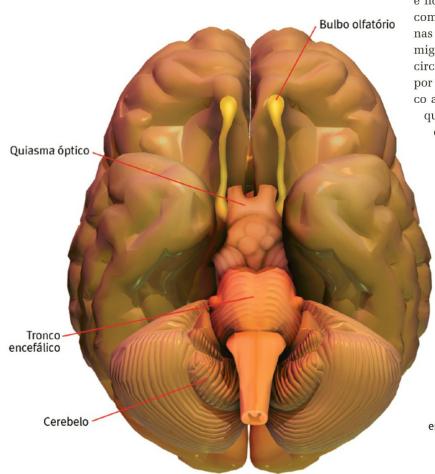
#### A GERAÇÃO DE NOVOS NEURÔNIOS

A neurogênese no adulto, à semelhança do que ocorre no desenvolvimento do sistema nervoso no feto e no início da infância, é um processo dinâmico e complexo, que pode ser didaticamente dividido nas seguintes etapas: proliferação, sobrevivência, migração e diferenciação celular e integração nos circuitos neurais (figura 3). No caso do hipocampo, por exemplo, na fase de proliferação as células-tronco ali existentes dividem-se e geram novas células

que poderão se tornar neurônios ou células gliais, cujas funções básicas são a sustentação e a nutrição dos neurônios.

Um fator crítico na neurogênese em adultos é a capacidade de sobrevivência dessas novas células. Para isso, elas precisam receber estímulos neurais suficientes para a sua 'ativação', ou morrem – exemplo clássico da expressão "use-o ou perca-o". Na etapa da sobrevivência celular, são eliminadas cerca de 50% das células precursoras neurais e suas descendentes. As células restantes migram para locais específicos do tecido nervoso, onde se diferenciam em neurônios que se integrarão aos circuitos neurais do hipocampo, ou em células gliais.

Figura 1. Imagem do cérebro humano (visto por baixo), mostrando algumas áreas, em especial os bulbos olfatórios (em amarelo)



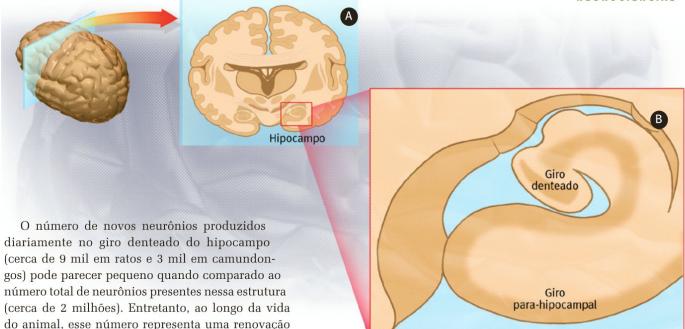


Figura 2. O hipocampo é uma estrutura bilateral situada na parte inferior do cérebro. Em A, corte frontal do cérebro, indicando a posição do hipocampo. Em B, o giro denteado e o giro para-hipocampal, partes dessa estrutura

#### A REGULAÇÃO DA NEUROGÊNESE

pessoas saudáveis.

A geração de novos neurônios pode ser regulada por fatores ambientais, comportamentais e fisiológicos. Substâncias que agem no sistema nervoso, exercícios físicos, exposição a novos ambientes e atividades que envolvam aprendizado e memória estimulam a neurogênese. Ao contrário, estímulos estressantes (físicos ou psicológicos), processos inflamatórios, distúrbios do sono, consumo de drogas ou álcool e envelhecimento são os principais fatores que inibem o surgimento de novas células neurais.

de cerca de 10% a 20% de toda população neuronal

do giro denteado. Em humanos, estudos sobre neu-

rogênese só foram feitos em pacientes voluntários

nos estágios terminais de câncer, e por isso não

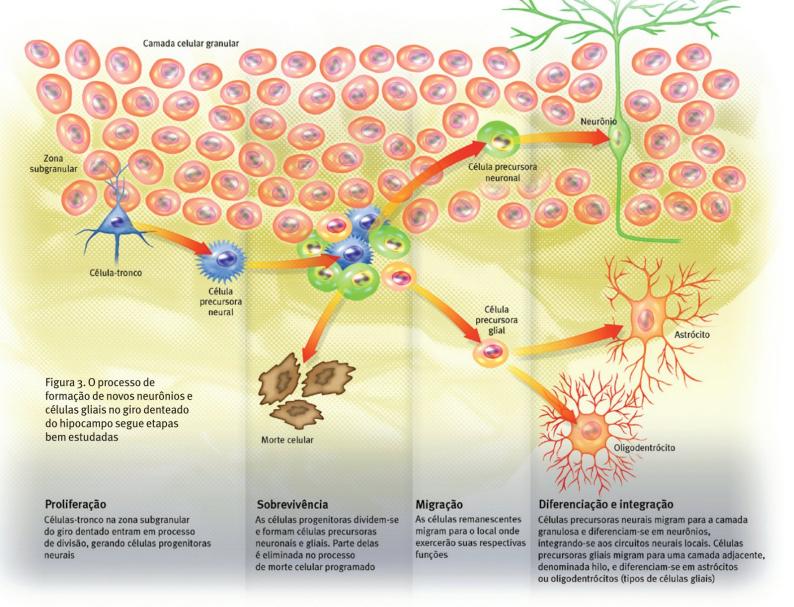
existem estimativas de formação de neurônio para

Entre as substâncias que têm a propriedade de estimular a neurogênese no hipocampo está a serotonina, considerada o principal dos 'mensageiros' (neurotransmissores) que atuam no sistema nervoso. Esse neurotransmissor age diretamente no hipocampo, estimulando a fase de proliferação celular da neurogênese. Assim, os antidepressivos que aumentam a quantidade de serotonina no cérebro (fluoxetina, por exemplo) promovem a formação de novos neurônios.

Outras substâncias com essa capacidade são as neurotrofinas, proteínas da família dos hormônios de crescimento, responsáveis pela nutrição dos neurônios, garantindo sua sobrevivência. Essas proteínas estimulam a neurogênese de duas maneiras: aumentando a taxa de sobrevivência das novas células nervosas e induzindo a diferenciação de células progenitoras neurais em neurônios.

A prática regular de exercícios físicos favorece a neurogênese. Ratos e camundongos com acesso ilimitado à roda de corrida, em suas gaiolas, apresentam praticamente o dobro de novos neurônios, quando comparados a animais sedentários. Outra atitude que auxilia a neurogênese no hipocampo é sempre procurar novidades, como novos lugares, novos passatempos ou novas amizades. Tanto ratos quanto camundongos tiveram aumento de cerca de 60% na geração de novos neurônios quando removidos de gaiolas-padrão (de 45 cm x 35 cm, com apenas forragem, água e comida) e colocados em gaiolas maiores (100 cm x 60 cm), contendo mais animais para aumentar a interação social, rodas de corrida para exercícios e variados brinquedos trocados constantemente. Esses animais ainda apresentaram melhor desempenho em testes de memória e aprendizado, quando comparados a animais que permaneceram nas gaiolas-padrão.

Manter a mente ocupada com tarefas que exigem memorização e aprendizado também pode contribuir para a neurogênese. Animais submetidos a modelos de treinamento de memória e aprendizado (como labirintos, por exemplo) apresentaram significante aumento da neurogênese quando comparados a animais do grupo-controle, que não vivenciaram esses modelos.



#### INIBIÇÃO DA FORMAÇÃO DE NEURÔNIOS

Estudos em roedores demonstraram que tanto estresses físicos (imobilização, nado forçado ou choques elétricos) quanto psicológicos (exposição a um predador natural, agressão ou medo) resultam em significativa redução na neurogênese. Os mecanismos pelos quais o estresse inibe a geração de novos neurônios podem estar relacionados com o aumento da concentração, no sangue, de corticosteroides, hormônios liberados pelas glândulas suprarrenais em resposta ao estresse. Outros estudos confirmaram significativa inibição da neurogênese em ratos que receberam doses elevadas de corticosteroides.

Os processos inflamatórios também são fatores importantes na redução da neurogênese. Algumas interleucinas, proteínas produzidas por células do sistema de defesa do organismo no processo inflamatório, podem afetar a neurogênese diretamente (inibindo a divisão das células progenitoras hipo-

campais) ou indiretamente (estimulando a secreção de corticosteroides pelas glândulas suprarrenais). Distúrbios do sono, como a insônia e a apneia, têm forte efeito inibitório na neurogênese. Em estudos feitos na Universidade de Princeton, o autor deste artigo demonstrou que a geração de novos neurônios diminuiu de 30% a 40% em ratos submetidos a distúrbios do sono.

O envelhecimento é um dos mais potentes fatores de inibição da neurogênese. Ratos de laboratório saudáveis, com expectativa de vida de cerca de dois anos, apresentam uma redução de cerca de 80% na formação de novos neurônios entre o sétimo e o décimo-segundo meses de idade. Os mecanismos responsáveis por essa redução ainda não estão totalmente esclarecidos, mas se sabe que, no envelhecimento, muitas atividades fisiológicas – como o sono – são prejudicadas. Estudos recentes, em ratos e camundongos, demonstraram que a queda na neurogênese decorrente do envelhecimento pode ser revertida por meio de exercícios físicos ou exposição a novos ambientes. Esses dados são bem animadores e podem contribuir no combate a pro-

blemas de memória e cognição comumente observados em grande parte da população idosa.

O consumo de drogas, como cocaína, anfetamina ou *ecstasy*, diminui significativamente a neurogênese em ratos, camundongos e macacos, e provavelmente em humanos. Em estudos científicos, o autor deste artigo demonstrou que seguidas administrações de *ecstasy* em ratos não só inibiram a neurogênese, mas ainda tiveram efeitos neurotóxicos extensos e permanentes em todo o sistema nervoso dos animais. O abuso no consumo de bebidas alcoólicas, além de afetar todas as etapas da geração de novos neurônios (proliferação, sobrevivência, migração e diferenciação celular), ainda provoca degeneração e morte dessas células em diferentes áreas do cérebro, entre elas o hipocampo.

#### FUNÇÃO DOS NOVOS NEURÔNIOS

As implicações funcionais — na cognição e no comportamento emocional — das alterações decorrentes da formação de novos neurônios no cérebro adulto ainda não estão completamente esclarecidas. Novas pesquisas são necessárias para que essas implicações sejam mais bem compreendidas. Hoje, porém, muitos estudos sugerem que a inibição da neurogênese pode estar relacionada a problemas cognitivos, como o déficit de memória ou dificuldades no aprendizado, e à precipitação de distúrbios comportamentais, como a depressão e a ansiedade.

Assim, muitos problemas cognitivos e comportamentais observados em indivíduos submetidos a estresse crônico ou a distúrbios do sono, em idosos e em usuários de drogas ou álcool podem estar em parte relacionados com a diminuição na geração de novos neurônios no hipocampo. Exames de ressonância magnética reforçam essa teoria ao evidenciar que pacientes com depressão apresentam atrofia no hipocampo, quando comparados a pacientes saudáveis.

Por outro lado, o aumento da neurogênese poderia ser um componente essencial para a melhora de quadros de depressão e ansiedade. Estudos em camundongos demonstraram que o aumento da formação de neurônios no hipocampo é fundamental para a observação dos efeitos clínicos do tratamento com antidepressivos. Recentemente, pesquisadores da Universidade de Toronto, no Canadá, demonstraram que os novos neurônios se integram funcionalmente nos circuitos neurais existentes no hipocampo e podem participar efetivamente na formação de novas memórias, melhorando o desempenho dos animais em testes de memória e aprendizado.

#### PERSPECTIVAS DA NEUROGÊNESE

Considerando todos os problemas cognitivos e comportamentais possivelmente causados pela inibição da geração de novos neurônios no cérebro adulto, o principal desafio é encontrar meios para restaurar esse processo no hipocampo ou até aumentar as taxas básicas de formação neuronal.

A relação entre neurogênese e depressão despertou o interesse de diversas empresas privadas, como a norte-americana Brain Cells, fundada em 2004 com o objetivo de procurar ou desenvolver novos fármacos com potencial ação antidepressiva que estimulem a proliferação neuronal. Após analisar os efeitos de mais de 500 substâncias diferentes, a empresa descobriu o composto denominado BCI540, que induziu, em testes laboratoriais em animais, significativo aumento da neurogênese e comprovada ação antidepressiva. Segundo a página da empresa na internet, esse novo fármaco já está na fase de testes clínicos em seres humanos, para que seja avaliada a sua segurança e confirmadas as suas propriedades antidepressivas.

Com os avanços da biologia molecular, talvez em um futuro não distante seja possível mapear e controlar toda a cascata de eventos responsável pela neurogênese em outras áreas encefálicas, além do hipocampo e do bulbo olfatório. A indução da neurogênese em outras áreas do sistema nervoso central pode ser uma importante ferramenta para a recuperação de pacientes com doenças neurodegenerativas, como as de Parkinson ou de Alzheimer, ou que sofreram danos neurológicos decorrentes de derrame ou traumas cerebrais.

Embora muitos aspectos da neurogênese ainda precisem ser mais bem compreendidos, pode-se afirmar que um padrão de vida saudável – praticar regularmente exercícios físicos e mentais, melhorar a qualidade do sono, diminuir o estresse diário e evitar o uso de drogas ou o consumo em excesso de álcool – pode, além de manter seu organismo em bom estado, aumentar as taxas de geração de novos neurônios em seu cérebro, levando a um melhor desempenho da memória, do raciocínio e de outras capacidades mentais e prevenindo problemas de comportamento.

#### Sugestões para leitura

CHRISTIE, B. R. & CAMERON, H. A. 'Neurogenesis in the adult hippocampus', in *Hippocampus*, v. 16 (3), p. 199-207, 2006. GOULD, E. 'Serotonin and hippocampal neurogenesis', in *Neuropsychopharmacology*, v. 21 (2), Supl., p. 46S, 1999. LENT, R. 'Neuroplasticidade', in LENT, R. (Org.). *Neurociência da mente e do comportamento*, Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 2008.

# O movimento dos animais

Uma área em expansão, na ecologia, é a chamada ecologia do movimento dos animais. Pesquisas nessa área têm contribuído para a compreensão de fenômenos como controle de doenças e epidemias, e cada vez técnicas mais sofisticadas têm sido usadas para seu desenvolvimento.

No Brasil, estudos que unem métodos comuns de rastreamento e técnicas computacionais baseadas na teoria dos fractais vêm trazendo contribuições para um conhecimento mais aprofundado dos padrões de deslocamento de animais.

Paulo José Abreu Leitão Almeida, Diogo Loretto e Marcus Vinícius Vieira

Laboratório de Vertebrados, Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro Marcelo Miranda Barros Laboratório Nacional de Computação Científica (RJ)





A técnica de rastreamento mais difundida hoje é a de radiorrastreamento (conhecida como radiotracking). Pequenos radiotransmissores são fixados nos animais, em um colar ou colete (radiocolares), ou implantados sob a pele. Os sinais de rádio emitidos são captados por um receptor carregado pelo pesquisador, permitindo que este localize ou acompanhe o animal rastreado. Esse método, apesar das muitas vantagens, exige que o pesquisador siga o animal enquanto este se desloca, o que pode levá-lo a um comportamento de fuga, se perceber a presença do rastreador ou ouvir o sinal emitido pelo receptor. Esse problema é particularmente importante no caso de animais de hábitos noturnos, que percebem mais facilmente o deslocamento do pesquisador (em geral, mais de um), graças à audição aguçada. Além disso,

Figura 2. O processo de iteração – no caso, a partir da curva de Koch (A) – pode ser utilizado para alterar uma figura geométrica simples, como um triângulo (B). A repetição do processo, várias vezes, em cada linha da figura, gera o chamado 'floco de neve' de Koch

é uma tarefa difícil, pois envolve muitas noites em claro e dedicação exclusiva dos pesquisadores em campo.

Essa é uma das razões para o uso de métodos que não exijam rastreamento em tempo real, em campo, para o estudo dos movimentos. Uma alternativa para animais de pequeno ou médio porte é o carretel de rastreamento. Nesse método, um carretel sem a bobina interna é colado no dorso dos animais, entre a pelagem (em gambás, por exemplo) (figura 1) ou na carapaça (em tatus). Uma ponta da linha desse carretel é presa a um ponto inicial, e o restante dela é liberado à medida que o animal se desloca, marcando todo o seu percurso pelo ambiente.

O peso do carretel em geral não chega a 5% do peso do animal (pouco mais que muitas sementes que aderem à sua pelagem com frequência), e nenhum resíduo fica no corpo deste quando a linha termina. É, portanto, um método seguro e não invasivo. Dessa forma, o pesquisador pode soltar o animal em um dia e mapear o caminho que ele fizer no dia seguinte ou até por alguns dias após a soltura. Isso diminui o risco de influência do pesquisador, além de permitir que o trabalho (a localização das linhas e o registro do movimento) seja feito durante o dia, de forma mais rápida e segura.

Em animais grandes (como veados, onças, lobos e outros, inclusive baleias), é possível fixar um aparelho de localização por satélites – sistema de posicionamento global, ou GPS, na sigla em inglês –, que permite mapear continuamente o movimento do indivíduo, à distância, sem que o pesquisador precise ir a campo. Sistemas mais sofisticados (e mais caros) permitem acompanhar o movimento do animal em tempo real, recebendo a cada momento as coordenadas de sua posição.

Esse sistema de acompanhamento por satélites, uma tecnologia desenvolvida de início para uso em telecomunicações, é usada hoje até para o controle de animais domésticos. O dono de um cão, por exemplo, pode definir limites de área e receber um aviso se estes forem ultrapassados pelo animal. Em sistemas mais simples, o GPS é fixado no animal e registra sua localização em intervalos pré-programados. Mais tarde, o animal é recapturado para a recuperação do GPS com as coordenadas de movimento para um período determinado. Existe o risco de perder o aparelho e os dados se o animal não for recapturado, mas o menor custo permite ter vários animais com GPS ao mesmo tempo, o que aumenta a probabilidade de recaptura.

A determinação do deslocamento do animal, porém, traz outra questão: como representar graficamente esse movimento, em um modelo matemático simplificado que possa ser usado, com o auxílio do computador, em diferentes estudos? Sabendo que o animal não se move em padrões geométricos perfeitos, o modelo desenvolvido para representar seus movimentos precisa ser complexo o suficiente para simular com eficiência esse deslocamento, mas não tão intrincado que dificulte seu cálculo e interpretação. O modelo precisa de um grau de simplificação da realidade para que seja possível analisar as variáveis mais importantes.

# Teoria dos fractais e ecologia

Estruturas e fenômenos naturais raramente podem ser representados por formas da geometria tradicional, já que apresentam características complexas e irregulares. Há quatro décadas, porém, uma nova abordagem matemática vem permitindo analisar dados com essas características, que não se assemelham a figuras clássicas da geometria. Essa abordagem, empregada hoje em diversas áreas do conhecimento, baseia-se na chamada teoria dos fractais (ver 'Ferramenta matemática').

Com a teoria dos fractais, formas naturais – por exemplo, um floco de neve – que seriam modeladas simplesmente como uma esfera podem ser caracte-

# Ferramenta matemática

O termo 'fractal' foi cunhado nos anos 60 pelo matemático francês, nascido na Polônia, Benoît Mandelbrot, no ensaio 'Qual é o comprimento da costa da Grã-Bretanha'. No entanto, a fundamentação matemática que usou havia sido criada no começo do século 20 pelo matemático alemão Felix Hausdorff (1868-1942), e se caracteriza por atribuir dimensões fracionárias a figuras geométricas muito irregulares. O conceito de dimensão geométrica que aprendemos na escola é aquele definido pelo matemático grego Euclides de Alexandria (360-295 a.C.), no livro Elementos. Esse conceito diz que o ponto tem dimensão o, a linha dimensão 1, o plano dimensão 2 e um sólido dimensão 3.

No século 18, o matemático alemão Georg Riemann (1826-1866) fez avanços importantes em um novo tipo de geometria, que ficou conhecida como geometria não euclidiana. O campo dessa nova geometria ampliouse rapidamente, e Hausdorff provou que as dimensões não se limitavam a números inteiros e podiam ser descritas também com números fracionários. Nessa abordagem, uma linha em zigue-zague teria uma dimensão intermediária entre um e dois, por ser algo entre uma reta (com dimensão 1) e um plano totalmente preenchido (dimensão 2).

Assim, é possível caracterizar o quanto uma figura geométrica gerada pelo movimento de um ponto é irregular, propriedade que foi denominada tortuosidade.

Mandelbrot teve importante papel na teoria dos fractais, em especial por definir as condições em que sistemas naturais exibem características fractais. Isso ocorre quando os padrões se repetem em diferentes escalas de observação. Suas descobertas geraram uma valiosa ferramenta matemática para uso em outras ciências, principalmente as que estudam fenômenos complexos e irregulares, como a biologia, a física e a meteorologia.

rizadas de maneira mais precisa.

A teoria dos fractais permite estábelecer relações matemáticas simples capazes de representar formas complexas. No caso da forma do floco de neve, é obtida uma aproximação, conhecida como curva de Koch, por meio de um processo denominado iteração, que envolve um processamento em passos sucessivos (figura 2).

As características principais dos objetos fractais são a autossimilaridade e a irregularidade. Um objeto autossimilar é aquele que apresenta estruturas semelhantes, conforme a

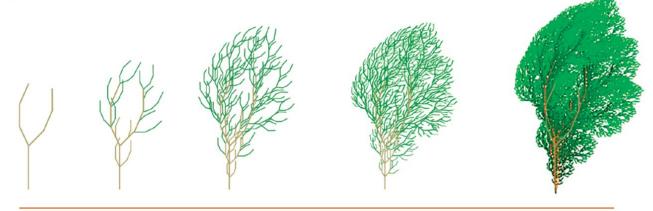


Figura 3. Um processo de iteração semelhante ao da curva de Koch permite construir um 'arbusto'. Esse exemplo e o da figura 2 mostram a autossimilaridade entre a condição inicial e a figura final

escala de observação é aumentada ou diminuída, ou seja, conforme nos aproximamos ou afastamos. Encontramos padrões autossimilares e irregulares em vários fenômenos e estruturas naturais, como os dutos dos pulmões, os galhos das árvores e os relâmpagos em tempestades (em todos, ramos que se dividem em novos ramos) (figura 3). Portanto, as características autossimilares permitem comparar a complexidade de duas árvores por meio da quantificação de sua forma.

Uma das ciências que têm explorado com sucesso a teoria dos fractais é a ecologia, mais especificamente a ecologia dos movimentos. A identificação de padrões de movimentos com o uso da geometria fractal possibilitou quantificar de uma maneira objetiva, e embasada em uma teoria matemática, a tortuosidade do itinerário de uma espécie animal em seu ambiente.

A caracterização espacial por meio de dimensões fractais permite atribuir valores ao conjunto dos movimentos. Pela geometria tradicional (ou euclidiana), uma reta tem dimensão 1, e um plano – um espaço totalmente preenchido por retas – tem dimensão 2. Como os movimentos de um indivíduo não serão uma linha reta nem preencherão totalmente o espaço em que ele vive, sua dimensão fractal

1 1,1 1,3 1,6 2

Dimensão fractal

terá um valor entre 1 e 2 (figura 4). Quanto mais próximo de 2, menos linear e mais tortuoso é o trajeto. Tendo a dimensão fractal, é possível comparar movimentos de indivíduos em diferentes áreas ou diferentes épocas (estações reprodutivas, períodos de seca e de chuva etc.).

Há, por exemplo, uma hipótese ecológica segundo a qual os animais otimizam seus padrões de movimento para aumentar ao máximo a chance de sucesso na busca por alimento (ou outro recurso limitante). Essa hipótese pode ser testada medindose a tortuosidade do percurso por meio da dimensão fractal. De acordo com essa hipótese, em períodos de fartura não só haverá mais alimento, mas este estará distribuído de modo mais homogêneo no ambiente. Por isso, um animal não precisará se deslocar por extensas áreas, encontrando o que comer em locais variados perto de seu abrigo, o que tornará seus movimentos mais tortuosos. Ao contrário, se o alimento é escasso, estará distribuído de forma heterogênea no ambiente, o que forçará buscas em áreas mais extensas, levando a movimentos mais retilíneos e menos tortuosos.

Algumas pesquisas têm conseguido progressos importantes na identificação de padrões de deslocamento de animais graças à aplicação da geometria fractal. Entre elas estão as dos pesquisadores do Laboratório de Vertebrados, do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os estudos conduzidos por eles vêm coletando exaustivamente dados dos movimentos de animais com o uso do carretel de rastreamento. O caminho percorrido pelo animal no campo é registrado em uma planilha eletrônica, onde os dados são convertidos em informações úteis para a análise pelo método dos fractais (figura 5).

Figura 4. A teoria dos fractais possibilita estabelecer a dimensão fractal de percursos com diferentes graus de tortuosidade

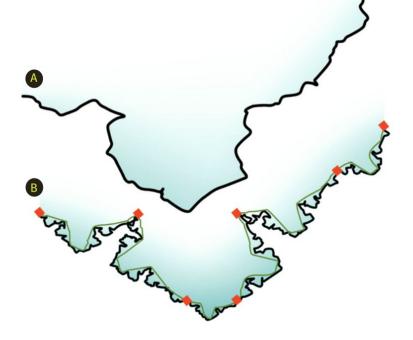
# Os deslocamentos do gambá

No Brasil, um dos grupos de animais com movimentos mais estudados é o dos marsupiais. Entre eles está o gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), conhecido também como mucura, sariguê, timbu ou cassaco. Essa espécie é alvo de muitas pesquisas do Laboratório de Vertebrados da UFRJ (ver 'Marsupiais na mata atlântica', em *CH* nº 223). Gambás são menos sensíveis a mudanças no ambiente causadas pelo homem, adaptando-se mais facilmente à vida em áreas urbanas e periurbanas. Isso os torna abundantes em áreas de mata com níveis médios de perturbação.

Assim, por sua abundância e sua influência na diversidade local de espécies de pequenos mamíferos (algumas de suas presas potenciais), os gambás são animais particularmente importantes para a compreensão da dinâmica de populações e de comunidades locais desses mamíferos menores. Nossa pesquisa estuda os gambás de uma localidade no interior do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, no município de Guapimirim (RJ).

Alguns fatores podem influenciar os movimentos do gambá, como sexo (machos ou fêmeas), maturidade sexual (jovens imaturos ou adultos), sazonalidade (estações de seca e de chuvas) e período reprodutivo. Além disso, o tamanho da população local também pode influenciar o movimento dos indivíduos, e esses padrões de movimento podem indicar outros fenômenos mais difíceis de quantificar, como interações com outras espécies e territorialismo. Quando há alta densidade de gambás, os indivíduos podem ter que se deslocar de modo mais tortuoso e menos linear, para reduzir possíveis interações comportamentais indesejadas, como encontros com outros machos.

Percebemos, em nosso estudo, diferenças nos padrões de movimentos dos gambás entre as estações reprodutiva e não reprodutiva, no caso dos machos; entre as estações chuvosa e seca, para fêmeas; e entre indivíduos jovens e adultos. Todos esses fatores influenciam nos movimentos do gambá, mas nenhum foi tão importante quanto o tamanho da população. A análise da dimensão fractal dos movimentos (para representar a tortuosidade dos percursos) revelou que o tamanho populacional é o principal fator influenciador nos movimentos dos gambás: quando a densidade é maior, os movimentos são mais concentrados e mais tortuosos; em épocas de menor densidade, os trajetos são mais amplos e menos tortuosos.



As razões para isso são possivelmente o maior número de interações com outros indivíduos na mesma espécie e uma possível maior competição por recursos, já que o nível de competição dentro da espécie pode estar ligado à quantidade de indivíduos em determinada área. Outro estudo realizado na mesma área mostrou que o peso dos gambás adultos era inversamente relacionado à densidade populacional. A associação da redução de peso adulto dos gambás com a densidade é mais uma evidência de limitação de recursos e de competição entre indivíduos da espécie.

## Combinação produtiva

A combinação de novos métodos de campo e de modelagem pode permitir à ecologia dos movimentos superar essa fronteira da ecologia de populações: a ligação entre as dinâmicas espacial e temporal. É possível usar outros métodos de campo e outras ferramentas de análise (como outros modelos matemáticos, por exemplo), mas neste artigo demonstramos que o carretel de rastreamento e a teoria dos fractais permitiram compreender os movimentos de uma espécie comum de mamífero tropical, o gambá.

A densidade e a abundância de populações sempre foram estudadas em suas variações no tempo, mas a pesquisa com essa espécie de gambá permitiu compreender como a densidade populacional pode influenciar os movimentos dos indivíduos e, portanto, sua dinâmica no espaço. Essa relação entre densidade e movimentos não poderia ser inferida a partir de dados obtidos com o método tradicional de captura-marcação-recaptura. Foi necessária a combinação de novos métodos de campo e modelagem – no caso, o carretel de rastreamento e a teoria dos fractais.

Figura 5. Caminho mapeado (A) de um gambá (D. aurita) e sua representação gráfica (B) gerada a partir de iterações, como a curva de Koch. A análise de curvas desse tipo. com base na teoria dos fractais. permitiu descobrir relações entre os movimentos desse animal e as variações populacionais da espécie

#### Sugestões para leitura

DEVLIN, K. O instinto matemático: por que você é um gênio da matemática. Rio de Janeiro, Record, 2005. KREBS, I. R. & DAVIES, N. B. Introdução à ecologia comportamental. São Paulo. Atheneu, 1996. MANDELBROT, B. Objectos fractais. Gradiva, 1998.

# TEM ALGUÉM

# Zonas habitáveis na Via Láctea

Há quem diga que a maior descoberta científica de todos os tempos seria a resposta afirmativa ao intrigante questionamento: 'Há vida em outros planetas?' A notável expansão dos conhecimentos sobre o sistema solar reavivou essa pergunta: conhecem-se, hoje, mais de 350 planetas extrassolares na Via Láctea. Estariam eles em zonas habitáveis? Ou a Terra é o único planeta com vida na galáxia? Nas próximas páginas, veremos o que a ciência tem a dizer sobre o tema.

#### Flávia Requeijo e Celso Dal Ré Carneiro

Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (SP)



Desde a descoberta de Plutão, em 1930, a concepção de sistema solar passou a

incluir o Sol, nove planetas, dezenas de satélites e milhares de cometas e asteroides. Embora a ideia sobre o que é um 'planeta' pareça bem estabelecida, esse conceito não era definido. Em agosto de 2006, astrônomos reunidos na 26ª Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, em Praga (República Tcheca), votaram as 'regras' para definir se um corpo celeste é ou não um planeta e excluíram desse grupo Plutão, que passou a ser denominado planeta-anão.

Para um corpo celeste ser denominado 'planeta', deve atender aos seguintes requisitos: i) orbitar em torno de uma estrela; ii) ter forma aproximadamente esférica; iii) ser grande o suficiente para dominar sua órbita, eliminando objetos menores de sua vizinhança.

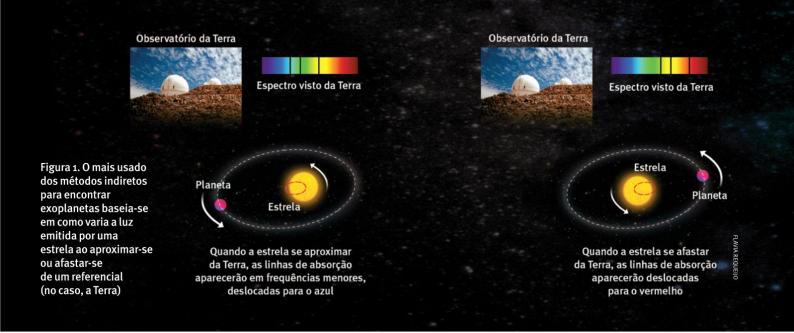
O sistema solar foi o único sistema planetário conhecido por muito tempo. As descobertas dos primeiros planetas a orbitarem outras estrelas foram anunciadas nos anos 1990. Eram planetas gigantes, como Júpiter, com massas equivalentes ou superiores a 300 vezes a da Terra. O desenvolvimento de instrumentos mais sensíveis, porém, permitiu detectar planetas menores, e, em 2006, foram descobertos planetas do tipo terrestre, ou seja, com massa inferior a oito vezes a da Terra.

Poderiam esses planetas oferecer condições favoráveis ao estabelecimento da vida, como a conhecemos?

Para estudar a possibilidade de vida em um exoplaneta (ou planeta extrassolar), a astrobiologia usa o conceito de zona habitável, definida como a região ao redor da estrela onde as condições físicas favorecem a existência de água no estado líquido na superfície do planeta.

A zona habitável depende do tipo de estrela e, portanto, de parâmetros estelares, como luminosidade e temperatura. Depende ainda das condições planetárias, dadas pela dinâmica do planeta, como taxas de intemperismo, concentração atmosférica de gases de efeito estufa, bem como a razão entre a área continental e a área oceânica.

A recente descoberta de exoplanetas potencialmente habitáveis ao redor da estrela Gliese 581 produz futuros alvos para missões de detecção de sinais de vida fora da Terra e nos oferece um novo olhar sobre o nosso planeta.



### **CAÇANDO EXOPLANETAS**

Além de instrumentos na Terra, os astrônomos vêm analisando dados de dois satélites recentemente colocados em órbita para detectar exoplanetas: o CoRoT, da ESA (agência espacial europeia), e o Kepler, da Nasa (agência espacial norte-americana).

Há diversos métodos para detectar planetas extrassolares. A maioria é indireta, pois só se observam diretamente esses planetas em raríssimas ocasiões (ver 'Planetas extrassolares: a busca por outras Terras', *CH* nº 263). Os métodos indiretos baseiam-se em medições de variações na estrela (de seu brilho ou seu movimento) que poderiam ocorrer devido a um planeta ali presente.

O mais usado dos métodos indiretos examina se há movimento da estrela pela observação do efeito Doppler, a variação da frequência da radiação emitida por uma estrela. A luz da estrela é decomposta e registrada na forma de espectro, que é o conjunto das radiações emitidas por ela. O olho humano enxerga uma pequena fração dessas radiações, o 'espectro visível'. Nele, surgem várias cores, que variam continuamente do violeta ao vermelho. Há, porém, faixas estreitas e escuras. Estas últimas representam as frequências ('cores') que a atmosfera estelar absorve. As chamadas linhas de absorção ajudam os astrônomos a saber quais elementos químicos formam uma estrela.

Mas a análise das linhas de absorção tem outra função: se a estrela estiver afastando-se da Terra, essas linhas escuras deslocam-se, no espectro, para a região do vermelho (frequências mais baixas); caso contrário, deslocam-se para a região do azul (frequências mais altas) – em tempo: um observador na Terra não verá a estrela mudar de cor. A fi-

gura 1 ilustra o uso das linhas de absorção para saber se a estrela está afastando-se ou aproximando-se de nós, na Terra.

### **DE ANÃS A GIGANTES**

Muitos pensam ser o Sol a maior e mais luminosa estrela do universo. Ele é, na realidade, uma estrela mediana, tanto em tamanho quanto em temperatura e luminosidade. A luminosidade estelar compara-se à potência de uma lâmpada: é a quantidade de energia emitida, por segundo, pela superfície da estrela, grandeza diretamente proporcional aos diâmetros e às temperaturas estelares.

Em um sistema estrela-planeta, a luminosidade estelar e a distância entre esses corpos determinam a quantidade de energia incidente no planeta. Estrelas interessantes do ponto de vista da astrobiologia precisam manter-se estáveis por longos intervalos de tempo, para fornecer condições favoráveis ao desenvolvimento da vida. Estrelas anãs amarelas, como o Sol, mantêm a luminosidade estável por bilhões de anos, tempo suficiente para a evolução de formas complexas de vida.

Muito quentes e luminosas, as estrelas gigantes azuis e brancas consomem mais rapidamente seu combustível interno. Assim, ao atingirem idades de milhões de anos, 'explodem', gerando eventos chamados supernovas e liberando radiação de altas energias (principalmente, ultravioleta, raios X e radiação gama), altamente prejudiciais à vida.

Uma estrela ana vermelha, fria e pouco luminosa, poderia manter sua luminosidade estável por trilhões de anos. Mas um eventual planeta habitável deveria localizar-se muito próximo dela, a cerca de



um terço da distância Sol-Mercúrio. Nesses casos, estima-se que o planeta ganhe rotação síncrona, mantendo sempre a mesma face voltada para a estrela. Os geocientistas ainda não conseguem prever como seria o comportamento da atmosfera de planetas nessas condições. A figura 2 compara as massas de vários tipos de estrelas.

Poderia a vida surgir e desenvolver-se em um planeta que tivesse uma face mergulhada na escuridão e outra em claridade constante?

### NO BRAÇO DE ÓRION

O Sol é apenas uma das estrelas entre as 100 bilhões delas presentes na Via Láctea. A maioria das estrelas concentra-se em um 'disco' com estruturas denominadas braços espirais. O Sol está no braço de Órion (figura 3), a aproximadamente 30 mil anos-luz do centro da Via Láctea (cada ano-luz equivale a 9,5 trilhões de km).

O sistema solar demora 225 milhões de anos para realizar uma rotação ao redor do centro galáctico e já teria completado 20 voltas desde sua formação. O movimento de rotação do Sol acontece em um raio de 'corrotação' em que a velocidade angular das estrelas da região equivale à dos braços espirais – em outras palavras, nossa estrela gira em torno do centro da galáxia com a mesma velocidade daquelas que habitam o braço de Órion. Isso faz com que o sistema solar não atravesse com frequência os braços da Via Láctea, onde há intensa formação estelar e maior incidência de supernovas (o que nos exporia a radiações de altas energias).

A passagem do Sol através dos braços espirais também perturbaria a nuvem de Oort, região do

sistema solar onde se encontram os cometas. Isso poderia alterar a órbita desses objetos e levá-los a colidir com a Terra.

Menos de 5% das estrelas da Via Láctea estão em órbitas dotadas de condições favoráveis à manutenção da vida, como o Sol.

### TRÊS SISTEMAS

Para determinar se um exoplaneta pode oferecer condições adequadas para existência de água no estado líquido, é necessário produzir um modelo de como ele 'funciona'. Consideremos um planeta semelhante à Terra. Os estudos do sistema Terra buscam compreender como seus diversos componentes interagem para determinar o clima global, sob influência da dinâmica interna.

A geologia considera que o sistema Terra é subdividido em três sistemas: i) climático; ii) das placas tectônicas; iii) do geodínamo interno. As interações dos geossistemas terrestres têm como fontes de energia o Sol e o calor interno da Terra (figura 4).

Os processos do sistema clima estão diretamente ligados ao estabelecimento da zona habitável. Os fatores que determinam as condições gerais do sistema clima e condicionam o desenvolvimento de vida são: i) a radiação proveniente da estrela central (a fonte de energia do sistema); ii) a forma da órbita do planeta ao redor da estrela; iii) a inclinação do eixo de rotação em relação ao plano orbital. Visando a entender tantas interações, elaboram-se e executam-se modelos teóricos do sistema Terra, na forma de simulações numéricas. O resultado das simulações é comparado aos dados observados, e assim se aprimoram os modelos.

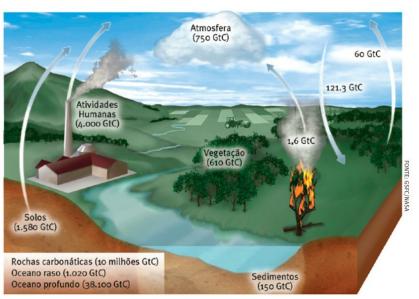


Importante característica que determinará a presença de água líquida é a temperatura média global, que depende de variáveis como albedo, taxas de intemperismo e composição química da atmosfera. Vejamos brevemente cada um desses tópicos:

i) o albedo – razão entre a quantidade de radiação que o planeta recebe e a quantidade de radiação emitida em certo intervalo de tempo. Na Terra, a quantidade de luz recebida do Sol varia de ponto a ponto, pois a inclinação dos raios solares altera-se segundo a latitude. É também desigual a quantidade de energia refletida pela superfície terrestre: em regiões cobertas por neve ou com grande quantidade de nuvens, o albedo excede 80%, enquanto em zonas que apresentam rochas ou solos escuros, pode ficar abaixo de 10%;

ii) o intemperismo – compreende processos que provocam a decomposição mecânica, química ou bioquímica das rochas expostas ao tempo. São efeitos permanentes que produzem materiais totalmente distintos entre si e da rocha original: os solos,

Figura 5. Ciclo do carbono, mostrando reservatórios e fluxos de gás carbônico entre eles. A sigla GtC equivale a 1 bilhão de toneladas de carbono



que permanecem no local onde se formam, e os sedimentos, que são movimentados pelos agentes de erosão:

iii) a composição química da atmosfera – as relações entre dióxido de carbono atmosférico, intemperismo e clima determinam a existência de água líquida. O elemento químico carbono, fundamental para a vida, é a base das moléculas orgânicas. Na fotossíntese, plantas e micro-organismos usam energia solar para converter gás carbônico atmosférico em carboidratos. O processo libera moléculas de oxigênio  $(O_2)$ , posteriormente consumidas pelos seres vivos na respiração, processo que reintroduz gás carbônico no ar.

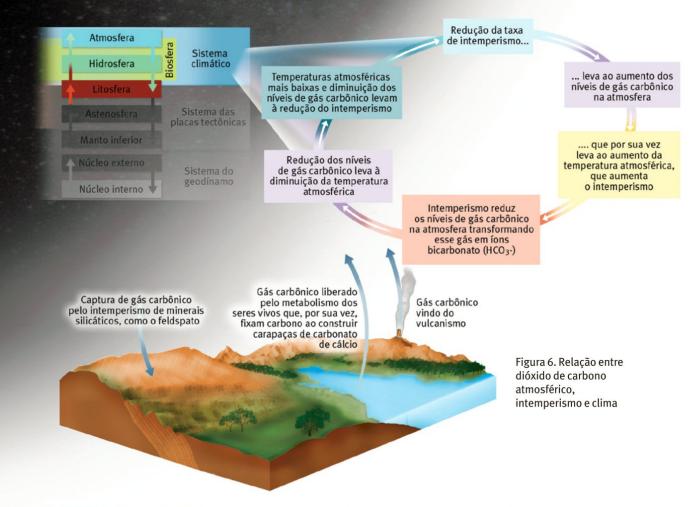
### GÁS CARBÔNICO NA ATMOSFERA

O gás carbônico representa apenas 0,036% das moléculas de nossa atmosfera, mas exerce grande influência no ambiente (figura 5). Juntamente com o vapor de água e o metano, é um gás do efeito estufa. Esses gases mantêm as temperaturas da superfície em níveis adequados à nossa sobrevivência. Se eles não existissem, as temperaturas seriam altas de dia e baixíssimas à noite.

Quando plantas e animais morrem, a decomposição da matéria orgânica libera gás carbônico para a atmosfera. Parte desse gás pode permanecer soterrada, dando origem a carvão mineral, petróleo e gás natural, ou pode ainda ser transportada para o fundo dos oceanos, onde pode formar rochas sedimentares, como calcário (CaCO<sub>3</sub>). O carbono fixado em reservatórios geológicos pode retornar à atmosfera tanto pelas erupções vulcânicas quanto pelo intemperismo de rochas que contenham carbonato de cálcio.

Antes do aparecimento da espécie humana na história da Terra, houve longos períodos em que o planeta foi mais quente ou mais frio do que as médias atuais. As causas desses fenômenos e das implicações do gás carbônico introduzido na atmosfera pela queima de combustíveis fósseis ainda geram intensos debates.

Embora o tema ultrapasse o escopo deste artigo, convém registrar que o intemperismo e a concentração de gás carbônico na atmosfera estão estreitamente relacionados com os climas terrestres. Um aumento da quantidade de gás carbônico gera aumento de temperatura, que, por sua vez, intensifica as taxas de intemperismo. Taxas altas de intemperismo reduzirão a quantidade de gás carbônico na atmosfera e, consequentemente, a temperatura. A figura 6 mostra como esses parâmetros alteram-se ciclicamente.



#### **UMA SUPERTERRA**

Uma vez definidas as taxas de intemperismo e concentração de gás carbônico na atmosfera, bem como calculadas a luminosidade estelar, a distância estrela-planeta e a massa do planeta por meio de técnicas astronômicas, os geocientistas podem estimar a variação da temperatura média global do planeta. Os resultados serão favoráveis à vida caso as temperaturas permitam a existência de água em estado líquido e permaneçam estáveis por bilhões de anos.

Mas, mesmo que os cálculos revelem um planeta extrassolar em zona habitável, como anunciado em maio de 2007, não será possível afirmar que esse planeta abriga formas de vida. O primeiro exoplaneta em zona habitável seria uma 'superterra', com massa oito vezes superior à terrestre, em órbita ao redor da estrela anã vermelha Gliese 581, a cerca de 20 anos-luz do Sol.

Será mesmo a Terra o único planeta habitável da galáxia?

O fato de não encontrarmos tão facilmente outros mundos potencialmente habitáveis talvez devesse incentivar os humanos a querer preservar o nosso planeta, até onde for possível, algo que parece ser tão raro: um conjunto de condições muito específicas que tem, por ora, permitido nossa existência.

### Educação, divulgação e pesquisa

Os autores deste artigo fazem pesquisas em geologia, geociências e astronomia. Requeijo, astrônoma, desenvolve estudos sobre a inserção de temas de astronomia na educação básica, e Carneiro, geólogo, sobre o uso de recursos didáticos no ensino de geologia e na divulgação das ciências da Terra.

Ambos publicaram livros ou capítulos de livros e têm trabalhos publicados em revistas científicas do Brasil e do exterior.

#### Sugestões para leitura

WARD P.; BROWNLEE, D. *Sós no universo?*Por que a vida inteligente é improvável fora
do planeta Terra. São Paulo: Campus (2000).

#### Na internet:

SAGAN, C. Nós estamos aqui:
O pálido ponto azul (versão legendada)
http://www.youtube.com/watch?v=EjpSa7umAd8

# Planárias terrestres

A mata atlântica, um dos biomas mais importantes do mundo por sua riqueza biológica, teve reduzida sua extensão, desde o descobrimento do Brasil, a uma infinidade de fragmentos que somam entre 11% e 16% da cobertura original, ou pouco mais de 7%, se descontados os fragmentos menores. A conservação dos vegetais e animais remanescentes nesses fragmentos depende do restabelecimento de conexões entre os fragmentos, por meio dos chamados corredores ecológicos. Mas quais retalhos desse antes imenso tapete florestal devem ter prioridade para a implantação desses corredores? Essa resposta pode ser dada por grupos de animais que sirvam como modelo de avaliação da biodiversidade local, e um dos mais promissores nesse sentido são as planárias terrestres, pequenos vermes que se ocultam em locais úmidos, embaixo da folhagem caída no solo ou de troncos e pedras.

#### **Fernando Carbayo**

Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH), Universidade de São Paulo

#### Marta Álvarez-Presas

Departament de Genética (doutoranda), Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona (Espanha)

#### Julio Rozas e Marta Riutort

Institut de Recerca de la Biodiversitat e Departament de Genètica, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona (Espanha)



#### As planárias terrestres são um dos poucos grupos de platelmintos

Figura 1. **Algumas** das espécies encontradas no estudo: as conhecidas Geoplana applanata (A), Notogynaphallia ernesti (B), Geoplana vaginuloides (D) e Bipalium kewense (exótica, E) e outra, ainda não identificada, do gênero Xerapoa (C)

– vermes achatados – que conquistaram o ambiente terrestre. São organismos de vida livre, predadores, talvez pouco conhecidos em razão da dificuldade de observação, pois são pequenos, medindo entre 1 e 10 cm de comprimento, relativamente raros e têm hábitos noturnos (figura 1). A grande maioria vive no solo das florestas, mas algumas poucas espécies podem ser encontradas em ambientes urbanos, como jardins e terrenos baldios, onde são às vezes confundidas com as lesmas (que pertencem a outro grupo, o dos moluscos).

Os hábitos noturnos desses animais e a ocorrência apenas em ambientes úmidos devem-se presumivelmente a suas limitações fisiológicas, em especial a baixa capacidade de retenção dos fluidos corporais. Por conta dessas limitações, as áreas abertas, sem floresta, são hostis para as planárias. A locomoção lenta e a dependência de

ambientes úmidos fazem com que pequenos obstáculos se tornem barreiras difíceis de transpor. Penhascos, áreas rochosas, cursos d'água e locais mais secos são alguns exemplos de barreiras naturais para esses vermes. Ações humanas também podem criar barreiras, como estradas e áreas abertas ou descontínuas em florestas (decorrentes de degradação ou desmatamento).

Os corredores de biodiversidade, que têm como objetivo possibilitar o fluxo de seres vivos entre fragmentos de um ecossistema dividido pela ação humana, são implantados por meio da recriação de ambientes naturais entre esses fragmentos. Isso é importante porque as unidades de conservação existentes, criadas para garantir a preservação de áreas naturais, não são suficientes para manter, em longo prazo, populações viáveis de seres vivos e seus processos ecológicos e evolutivos, como dispersão, competição, predação e especiação.

tam a máxima conservação da biodiversidade desse bioma brasileiro. Mas como definir essas regiões?

Reserva Biológica Augusto Rushi

312 Espécimes

55 Morfoespécies

Um passo importante é diferenciar barreiras naturais daquelas criadas pelos humanos. Uma área pode ter permanecido isolada por milhões de anos, muito antes do surgimento dos humanos, devido à presença de uma barreira hoje inexistente. Nesse caso, recriar um tapete florestal para conectar as áreas florestais adjacentes seria um mau investimento dos recursos. Um meio de identificar áreas prioritárias para essas conexões é estudar, em fragmentos do mesmo ecossistema, a distribuição e as características de populações de certos grupos de animais.

Atualmente, uma pesquisa científica realizada com apoio da Fun-

dación Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA), da Espanha, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, está catalogando e avaliando as espécies de planárias terrestres no corredor de biodiversidade da serra do Mar, para identificar áreas de endemismos desse grupo de animais nessa região e reunir informações que ajudem a definir áreas prioritárias para a implantação de corredores ecológicos. As planárias terrestres foram selecionadas como modelo em razão de sua reduzida capacidade migratória e da especificidade tanto de seu hábitat quanto das presas de que cada espécie se alimenta.

O corredor de biodiversidade da serra do Mar, iniciativa prática de recuperação da continuidade florestal da parte sudeste da mata atlântica, abrange áreas remanescentes dessa floresta entre os estados do Rio de Janeiro e do Paraná. Projetos que visem a integração desses fragmentos vêm sendo avaliados e serão implantados com o apoio do Fundo de Parceria para Ecossistemas Críticos (CEPF, na sigla em inglês), entidade que atua na proteção de ecossistemas ameaça-

de morfoespécies coletado em cada uma

# TRABALHO DE CAMPO E IDENTIFICAÇÃO

Foram selecionadas 10 unidades de conservação, tanto dentro do corredor da serra do Mar quanto fora deste, sendo uma no Espírito Santo, duas no Rio de Janeiro, três em São Paulo, uma no Paraná, duas em Santa Catarina e uma no Rio Grande do Sul. Nessas unidades foram feitas as coletas das planárias, somadas depois ao material já disponível, coletado em algumas outras áreas. Dada a dificuldade de localizar os animais na mata, há grande investimento no esforço de coleta (ver 'Aprendiz de coletor').



A semelhança nos padrões de coloração do corpo entre algumas espécies e a variedade de tamanho, cor e forma de muitas outras dificulta o reconhecimento da maioria delas. Essa identificação só é conclusiva após um exame da anatomia interna (em especial a do aparelho copulador) em microscópio, com lâminas de tecido. Por isso, nas etapas iniciais da pesquisa, os espécimes identificados apenas pelo aspecto externo são considerados morfoespécies. A construção de um banco de sequências genéticas (principalmente de um gene das mitocôndrias das planárias) também auxiliará na definição das espécies, especialmente no caso dos indivíduos que ainda não amadureceram sexualmente.

### MAIOR RIQUEZA DE ESPÉCIES

A literatura científica registra para o Brasil 162 espécies de planárias terrestres, a maior parte na mata atlântica. Isso equivale a quase 20% do total conhecido no mundo. Os resultados preliminares desse projeto sugerem que o número de espécies brasileiras ainda desconhecidas pela ciência pode ser muito maior. Os trabalhos de campo estão perto do final. Até o momento foram coletados cerca de 3.110 animais de umas 220 morfoespécies (figura 2). Esse número é uma aproximação pouco precisa porque muitas morfoespécies ocorrem em mais de uma das unidades estudadas, e a padronização de todo o conjunto coletado ainda não foi concluída. Já foram identificadas 50 espécies conhecidas e pelo menos 10 outras já podem ser consideradas novas para a ciência (serão descritas em trabalhos futuros). Além dessas, cerca de 160 morfoespécies ainda estão sendo analisadas anatomicamente, para a identificação correta.

As espécies desses vermes não apresentam populações numerosas, da mesma forma que outros grupos de animais em regiões tropicais. Apesar das intensas coletas, foi encontrado apenas um exemplar de um grande número de morfoespécies. Além disso, espécies cuja ocorrência já tinha sido registrada antes, por outros autores, em algumas das unidades de conservação estudadas, ainda não foram reencontradas na atual pesquisa, mesmo após grandes esforços. Da mesma maneira, algumas espécies encontradas agora em áreas que já passaram por estudos intensos, como as imediações da cidade de São Paulo, não haviam sido observadas em outros levantamentos.

No Parque Estadual da Serra da Cantareira (SP), foi registrado o maior número de espécimes de

### Aprendiz de coletor

Coletar planárias terrestres não é uma experiência simples, como fazer compras em um supermercado. Pode-se dizer que esse aprendizado tem seis etapas. Na primeira, o iniciante acredita que é fácil coletar planárias, mas percebe seu erro em poucas horas. Vira troncos e galhos caídos na floresta, recolhe lesmas, minhocas, larvas de insetos, às vezes sanguessugas e nematódeos (vermes cilíndricos), sem perceber que não são planárias (que pertencem ao grupo dos platelmintos, ou vermes achatados). A segunda etapa é a de desapontamento pelo insucesso, e o aprendiz chega a pensar que esses animais não existem. Essa etapa dura um ou dois dias. A coleta do primeiro espécime marca a terceira etapa. Às vezes isso ocorre já no primeiro dia em campo. O orientador mostrou a ele planárias de várias espécies, com cores e formas diferentes e com as características peculiares do grupo (corpo alongado e achatado, sem tentáculos, epiderme lisa, movimentos geralmente lentos e reação morosa quando estimuladas).

A quarta etapa é a da obsessão, e acontece após uma ou duas semanas de coletas na floresta. Diante do sucesso, o aprendiz não descansa, vira troncos e mais troncos, e encontra planárias com certa regularidade. Nessa etapa ele vê planárias em qualquer coisa que tiver forma alongada. Na quinta etapa, após um ou dois meses de coletas, o novo coletor já tem certa experiência e reconhece bons locais para achar os animais e só fala desse assunto. Finalmente, já com mais de seis meses na atividade, o ex-aprendiz torna-se um 'profissional' da coleta de planárias. Prefere horários noturnos, quando as planárias estão mais ativas nas florestas, e mostra-se hábil para localizá-las e recolhê-las. Também realiza observações sobre os hábitos desses animais, interpreta o que observou e compartilha os achados com a comunidade científica (F. Carbayo).

planárias (1.002), mas isso não tem relação com a riqueza de espécies, como apontam os resultados das coletas na Reserva Biológica Augusto Ruschi (ES), que é peculiar por vários motivos. Em primeiro lugar, embora tenham sido coletados ali relativamente poucos espécimes (312), o número de morfoespécies (55) foi o maior entre todas as unidades visitadas. Em segundo lugar, poucas das morfoespécies ali coletadas ocorrem também em outras unidades de conservação, e algumas estão associadas a ambientes alterados, como clareiras e terrenos ao redor de habitações. É o caso, por exemplo, de Issoca rezendei (figura 3) e Pasipha tapetilla (figura 4), talvez introduzidas acidentalmente na reserva. Finalmente, até agora não havia qualquer espécie de planária terrestre registrada para esse estado. Esses achados dão uma ideia da riqueza abrigada nas florestas do Brasil e também indicam a existência de uma área de endemismo no Espírito Santo.





Figura 6. Relação filogenética (relação genealógica ou de parentesco, indicados pelos 'colchetes' à esquerda) entre os indivíduos de *Notogynaphallia goetschi* (segundo Marcus), representados pelos círculos (as cores indicam diferentes unidades de conservação) obtida por comparação de um gene mitocondrial (COI) desses indivíduos. Foram utilizadas como grupos externos (triângulos pretos) duas espécies do gênero *Geoplana*. No detalhe, um espécime de *N. goetschi* 

## FILOGEOGRAFIA E BIOCONSERVAÇÃO

Ao menos duas espécies de planárias, Cephaloflexa bergi (figura 5) e Notogynaphallia goetschi (figura 6), ocorrem em várias unidades de conservação e, graças à amplitude da sua distribuição, são boas candidatas para o estudo filogeográfico (ver 'Bases da filogeografia'). Uma terceira espécie também com ampla distribuição, Geoplana quagga (figura 7), foi descartada, pois há indícios de que sua distribuição geográfica teria sido ampliada pela ação humana: essa espécie está presente em ambientes urbanos e beiras de estradas, mas não nas matas adjacentes. O potencial filogeográfico de outras espécies está em avaliação.

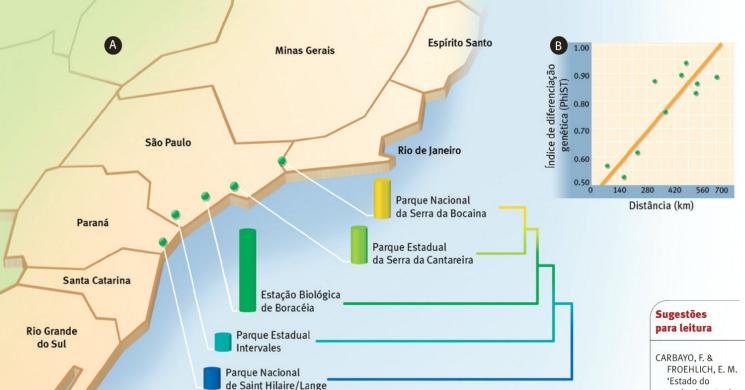
Os resultados preliminares da comparação de sequências genéticas de populações de *N. goetschi* confirmam o que foi previsto sobre o isolamento das populações desses animais, decorrente de suas limitações fisiológicas (dependência de ambientes úmidos) e ecológicas (dificuldade para superar mesmo pequenas barreiras). Os resultados preliminares desta pesquisa constatam que as populações dessa espécie são geneticamente diferenciadas e essa variação acentua-se com o aumento da distância geográfica (figura 8). Observa-se que a espécie está dividida em populações estruturadas geneticamente. Os níveis de variação genética dentro de cada população são maiores nas populações

centrais e menores nas populações extremas, ao norte e ao sul. A maior variabilidade em uma população foi detectada nos animais da Estação Biológica de Boracéia (SP). Essa variabilidade poderia indicar que a região ofereceu, historicamente, as melhores condições

ambientais para a espécie.

Esse estudo confirma que a espécie N. goetschi tem um baixo potencial de dispersão, e que, possivelmente, as populações atuais da mata atlântica refle-





### Bases da filogeografia

A cada geração, a nova prole pode conter algumas mutações em seu material genético, e com o tempo estas podem se espalhar pela população. Em espécies com mobilidade reduzida e maior especialização ecológica, pequenos acidentes geográficos tornam-se barreiras quase intransponíveis. Se uma dessas barreiras se forma após a dispersão de um grupo original de organismos desse tipo, podem surgir populações isoladas de cada lado do obstáculo, e com o tempo essas populações vão acumulando mutações específicas, que determinam diferenças genéticas entre elas.

Quanto maiores essas diferenças genéticas, maior deve ser o tempo transcorrido desde o isolamento das populações. Essa 'regra' permite deduzir, de modo aproximado, quanto tempo uma população esteve isolada de outra, e com isso, avaliar se o isolamento decorreu de barreiras naturais antigas (cordilheiras, montanhas, rios, microclimas e/ou outras) ou de ações humanas recentes (desmatamento, canais artificiais e/ou outras). Com base nessa avaliação pode-se comprovar se uma determinada área geográfica constitui uma unidade biogeográfica e, assim, planejar melhores estratégias de conservação.

Figura 8. Diagrama (A) mostrando as relações evolutivas (de parentesco) entre diferentes populações da planária N. goetschi. A árvore (barras escuras) foi definida com base em valores de distâncias genéticas (número de diferenças de nucleotídeos – unidades do material genético – entre as populações), e as colunas coloridas representam o nível de variabilidade genética dentro das populações. O gráfico (B) mostra que o índice de diferenciação genética (PhiST) entre as populações estudadas cresce à medida que aumenta a distância (em km) entre elas - os pontos indicam os dez pares que podem ser obtidos a partir do grupo de cinco populações, e a reta representa uma média dessa relação 'diferença genética-distância'

tem o nível e o padrão da variabilidade genética existente nas populações ancestrais. Além disso, não foram detectadas barreiras ecológicas dentro de cada um dos parques estudados e pode-se deduzir que os fragmentos, embora pequenos, são bem conservados. Como essa análise abrange apenas uma espécie, essas afirmações não podem ser consideradas conclusivas. O estudo, no entanto, mostrou que as planárias terrestres são um bom modelo para estudos filogeográficos.

A conclusão do projeto de pesquisa, em 2011, apresentará um quadro mais preciso da riqueza de planárias terrestres na mata atlântica do Sudeste, e tornará disponível um banco de genes para identificação de espécimes, o que será especialmente útil para animais jovens ou para espécies de difícil reconhecimento ou com grande variação de cor e forma. Além disso, o reconhecimento de zonas biogeográficas poderá abrir novas perspectivas em políticas públicas de planejamento da bioconservação de um dos biomas mais ricos do mundo em espécies de seres vivos e – infelizmente – também um dos mais ameaçados.

CARBAYO, F. &
FROEHLICH, E. M.
'Estado do
conhecimento dos
macroturbelários
(Platyhelminthes)
do Brasil', in Biota
Neotropica,
v. 8(4), p. 177,
2008.
CARNAVAL, A. C.;
HICKERSON, M. J;

CARNAVAL, A. C.;
HICKERSON, M. J;
HADDAD, C. F. B.;
RODRIGUES,
M. T. & MORITZ, C.
'Stability predicts
genetic diversity
in the Brazilian
Atlantic forest
hotspot', in
Science, v. 323,
p. 785, 2009.

LEAL-ZANCHET, A. M. & CARBAYO, F.
'Fauna de planárias terrestres da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS: uma análise preliminar', in Acta Biologica Leopoldensia, v. 22 (1), p. 19, 2000.

2000.
PRIMACK, R. B. &
RODRIGUES, E.
Biologia da
conservação.
Londrina, Planta,
2001.

#### Na internet

CARBAYO, F.
'Planárias
terrestres no
Brasil. Uma base
de dados sobre
os tricládidos'
(disponível em
http://each.
uspnet.usp.br/
planarias)

# Chuva de matéria no céu

o olhar o céu em noite limpa, temos de imediato a ideia de que cada ponto brilhante observado é uma estrela. Mas essa noção só em parte é verdadeira. De fato, muitos desses pontos são pares de estrelas, uma bem próxima da outra, chamadas de binárias ou duplas. Embora bastante estudadas, tais estrelas são cercadas de mistérios. Um deles, envolvendo o par DQ Herculis, foi esclarecido durante a elaboração da tese de doutorado de Roberto Saito, defendida no Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob orientação de Raymundo Baptista. O estudo foi publicado no periódico norteamericano The Astrophysical Journal Letters.

As estrelas binárias orbitam em torno de um mesmo centro de gravidade, e uma delas transfere matéria para a outra. No par investigado pelos pesquisadores da UFSC, uma estrela do tipo solar transfere matéria continuamente para sua companheira, que é bastante compacta e resultou de uma estrela morta, chamada anã branca. A matéria forma um disco de gás e cai sobre a superfície da anã branca a partir de seus polos magnéticos. Essa estrela tem uma grande mancha brilhante em cada polo e gira rapidamente, produzindo uma variação de brilho semelhante à de um farol portuário.

Descoberto na década de 1950, o sistema binário DQ Herculis, localizado na constelação de Hércules, serve como modelo de estudo para uma classe de estrelas chamada DQ Her cuja característica principal é a forte variação de brilho, denominada pulsação. Vale lembrar que cada estrela variável de uma dada constelação ganha um nome com duas letras. O nome do objeto estudado por Saito e Baptista é DQ Herculis. Existe uma DR Herculis, uma DS Herculis, e assim por diante.

"Os resultados de nossos estudos trazem muitas informações acerca de DQ Herculis e, ao mesmo tempo, põem por terra explicações pouco convincentes sobre o tema", diz o astrofísico Raymundo Baptista. O trabalho permitiu a obtenção de mapas precisos de binárias eclipsantes – quando uma componente do sistema periodicamente obscurece a outra, diminuindo a intensidade de luz vista por um observador situado na Terra – ao longo dos períodos de pulsação.

A pulsação de DQ Herculis já era conhecida desde a descoberta desse par de estrelas. Mas, segundo Baptista, não se sabia exatamente se o que se via era um farol com feixe único, que leva 71 segundos para dar uma volta completa, ou um farol com dois feixes opostos, gastando o dobro do tempo para descrever o mesmo trajeto. "Nossos resultados mostram que são dois feixes, mas que a anã

MARK GARLICK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/SPLDC/LATINSTOCK

Os mapas revelam também que a principal fonte da pulsação que vemos é a luz do farol da anã branca refletida na borda externa e espessa do disco de gás em torno dessa estrela. Baptista conta que processos similares ocorrem com as auroras boreal e austral, nas quais o brilho provém de partículas que, ao colidir com os polos magnéticos da Terra, emitem radiação (brilho). Segundo ele, ninguém havia imaginado, ou sequer proposto, que a borda externa do disco de gás poderia ser fonte de pulsação do sistema. Até porque ninguém tinha visto que ela é tão espessa, como mostra o estudo.

Outra questão envolvendo DQ Herculis que intrigava os astrônomos é o período de pulsação, que varia ao longo do tempo. As explicações propostas até então requeriam que o giro da anã branca (que recebe matéria) freasse ou acelerasse com enorme rapidez, demandando uma quantidade de energia da ordem da luminosidade do Sol, isto é, acima da esperada para esse objeto celeste. "Os resultados permitem entender essas mudanças de período de forma mais simples, sem a necessidade de quantidades absurdas de energia", explica Roberto Saito.

"Não é a anã branca que freia ou acelera; é uma simples questão de brilho relativo", diz Saito. Ouando a transferência de matéria é maior, a borda do disco se torna mais espessa, e a pulsação ali produzida domina o brilho do objeto. Portanto, o período do pulso é mais longo. Quando a transferência de matéria é menor, o disco fica mais fino, a borda diminui e a pulsação gerada quase desaparece. Assim, o período do pulso é mais curto. Portanto, segundo Saito, são as mudanças na transferência de matéria entre as estrelas que modulam a pulsação observada.

# Representante de uma classe

Assim como os médicos fazem tomografias e ressonâncias para entender melhor alguns casos clínicos, os pesquisadores usaram uma espécie de técnica tomográfica para reconstruir a imagem do disco de gás e, assim, mostrar como o sistema binário de DQ Herculis pulsa. Eles reuniram imagens de diferentes ângulos da estrela e construíram uma imagem artificial, já que "tentar ver as componentes diretamente seria o mesmo que tentar observar as manchas de uma joaninha pousada na Lua, ainda que usando os mais modernos telescópios de que dispomos", comparou Saito. Vale lembrar que a distância da Terra até o sistema é de aproximadamente 1.710 anos-luz (1 ano-luz corresponde à distância percorrida pela luz em um ano, no vácuo). Os dados utilizados para a construção dos mapas foram coletados pelo astrônomo norte-americano Philip Martell em Monte Palomar, na Califórnia, Estados Unidos, com o auxílio de um telescópio cujo espelho tem 5m de diâmetro.

Como DQ Herculis é protótipo de uma classe, muito possivelmente as informações obtidas a partir de seu estudo deverão explicar o comportamento de outras estrelas da mesma classe. Os resultados do trabalho feito pela equipe da UFSC, além de permitir que se compreendam melhor alguns sistemas binários, talvez possibilitem a compreensão de uma classe inteira de objetos celestes. "Mas ainda são necessárias observações de outros sistemas da classe para se fazer essa afirmação com segurança", ressalva Saito, que atualmente faz seu pós-doutorado na Universidade Católica do Chile, em Santiago.

# Origem da ferramenta cósmica

A existência de pares de estrelas fisicamente ligadas foi estabelecida pelo astrônomo teuto-britânico Friedrich W. Herschel (1738-1822). Ele concluiu que as estrelas duplas resultavam da interação gravitacional mútua entre elas, o que foi um grande passo para que as binárias pudessem servir como ferramentas cósmicas – balanças



#### **EM DIA**

e réguas – para medir propriedades dos corpos celestes, como massa e diâmetro, por exemplo.

As estrelas duplas cujas componentes se encontram muito próximas entre si, a uma distância comparável ao diâmetro da estrela de tipo solar, são, de acordo com Saito, as preferidas dos astrônomos. A interação entre elas lhes permite extrair grande quantidade de informações: desde a aplicação das leis de Newton e Kepler, até seu uso como laboratório vivo para testes de modelos de estrutura (como as estrelas são por dentro, por exemplo) e evolução estelar (como elas nascem, crescem, envelhecem e morrem).

As estrelas se formam no interior de nebulosas (nuvens de poeira e gás). Sob a ação da gravidade, porções de poeira e gás de uma nebulosa colapsam e formam regiões escuras denominadas protoestrelas. À medida que se contraem, estas ficam cada vez mais densas e quentes. Quando atingem temperatura suficiente para dar início a reações nucleares, tornam-se estrelas, cuja superfície não é sólida, como a da Terra. Elas são esferas gasosas que se mantêm coesas graças ao equilíbrio entre a gravidade, que exerce uma força de fora para dentro, e o calor gerado pela fornalha nuclear em seu interior, que exerce pressão para fora.

Em seu processo de formação, as estrelas precisam se livrar da rotação original da nuvem genitora. Sem a formação de um sistema duplo ou múltiplo, isso é muito difícil se não impossível. Assim, estrelas completamente isoladas, como o Sol, são uma exceção no universo. A regra são estrelas como Castor, por exemplo, localizada na constelação de Gêmeos, que possui seis componentes individuais. O primeiro sistema binário descoberto por telescópio foi o formado por Mizar e sua companheira Alcor, na constelação da Ursa Maior.

#### Luan Galani

Especial para Ciência Hoje/PR



**FARMACOLOGIA** 

#### PODER ANTI-INFLAMATÓRIO DA MALVA

A ação anti-inflamatória da malva-silvestre (*Malva sylvestris*), usada popularmente para tratar afecções bucais, foi confirmada em testes feitos pela cirurgiã-dentista Alliete Loddi durante pesquisa desenvolvida no Departamento de Farmacologia da Universidade Federal do Paraná. Mas o mecanismo responsável pelo fenômeno ainda está sendo investigado. "Acredita-se que haja uma sinergia entre compostos presentes na planta, como flavonoides, antocianidinas, terpenoides e taninos", enumera a pesquisadora.

Loddi utilizou extrato hidroalcoólico

da planta – obtido a partir da maceração de suas folhas secas, misturadas a uma solução de etanol e água – para tratar inflamações provocadas experimentalmente em ratos, na região dos dentes molares. "Durante a pesquisa, obtivemos também evidências de uma possível ação cicatrizante do extrato", conta Loddi.

M. sylvestris vegeta espontaneamente em regiões de clima ameno na América, África e Europa. No Brasil, é encontrada na região Sul. Por ser difundida em muitas localidades, é conhecida por diferentes nomes, como rosa-chinesa, gerânio-aromático e malva-das-boticas.

**ECOLOGIA** 

#### O LIMITE DA FLORESTA

Quarenta por cento de desmatamento ou um aumento de até 3,5°C na temperatura. Esses são os limites para a floresta amazônica. A partir daí, seu destino seria um processo de perda de biodiversidade sem retorno.

Não se trata de uma verdade absoluta, mas de dados preliminares que o meteorologista Carlos Nobre, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), apresentou durante conferência promovida pela Academia Brasileira de Ciências em comemoração ao Ano da França no Brasil. "Esses são os primeiros números, que ainda serão muito discutidos", enfatizou o pesquisador.

Nobre diz que a ideia, ao divulgar os dados, é trabalhar para que eles não se tornem realidade. O meteorologista lembrou que, até agora, a Amazônia perdeu cerca de 17% de seu território de floresta e que um aumento de 3,5°C na temperatura aconteceria apenas caso o pior cenário de emissões de gases-estufa, projetado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima, o IPCC, se tornasse realidade. E, ainda assim, somente no final deste século. Ou seja, o recado de Nobre é que ainda há tempo para mudar a situação.

Para o pesquisador, a questão agora é saber como agir. "Não há modelos a serem copiados para o desenvolvimento da Amazônia. O desenvolvimento da região requer que pensemos em outros paradigmas, de modo a nos tornarmos o primeiro país tropical desenvolvido", finalizou.

# Mar de algodão

m tipo diferente de cultivo tem ocupado as plantações de mais de 600 famílias residentes no semiárido nordestino: o algodão agroecológico. Essa forma de produção, que se diferencia da forma tradicional por não utilizar agrotóxicos ou fertilizantes químicos, vem sendo incentivada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), juntamente com outras entidades de agricultores e organizações não governamentais. O objetivo é a revitalização da cotonicultura na região, que teve seu auge no fim da década de 1970, quando havia mais de 3 milhões de hectares voltados para esse cultivo.

O projeto vem sendo implantado junto com agricultores familiares do estado da Paraíba, mas deve se disseminar para outras regiões. As pesquisas estão voltadas às estratégias de convivência com a praga do bicudo (Anthonomus grandis), inseto que infesta as plantações e que foi uma das razões para a queda de produção. Além disso, envolvem bem como a criação de novas variedades de algodão e formas de cultivo intercalado. "A troca de conhecimento entre pesquisadores e agricultores também é importante para o desenvolvimento da técnica", explica Melchior Naelson Batista, pesquisador da Embrapa Algodão responsável pelo projeto.

Segundo Batista, o trabalho com biofertilizantes tem dado bons resultados. Já para driblar o bicudo, afirma ele, a estratégia mais eficiente é o plantio das sementes na época adequada, com espaçamento largo entre as fileiras. Napoleão Beltrão, chefe geral da Embrapa Algodão, completa: "Como o bicudo só se reproduz nos próprios pés de algodão, é necessário haver um intervalo entre os plantios para impedir sua disseminação."

#### Mais renda e demanda

Além de ser ambientalmente sustentável, a produção de algodão agroecológico constitui importante fonte de renda para as famílias nordestinas. E não é para ma do algodão tradicional foi vendido por R\$ 2,70 em 2008, o tipo produzido pelas famílias participantes do projeto teve valor de R\$ 5 a R\$ 6, no mesmo período. "A colheita do algodão ocorre no período mais seco do ano", complementa Batista. "Assim, as famílias produtoras conseguem ter renda num momento crítico para a agricultura."

Uma das questões suscitadas pelo crescimento da produção de algodão agroecológico é se há demanda para todo esse volume. Para Batista, não há dúvida. "Em 2009, tivemos reuniões com algumas empresas de Pernambuco e de São Paulo, e a demanda foi de 250 toneladas", conta ele. "Não vamos conseguir produzir nem 10% de tudo isso." Beltrão acrescenta que se estima que o crescimento da produção de algodão orgânico no mundo fique em torno de 54% na safra 2008/2009 em relação ao ano anterior, tendência que deve se confirmar também no Brasil.

de algodão agroecológico: o espaçamento entre fileiras é uma das estratégias para evitar as pragas

Plantação

#### Isabela Fraga



# Vermes que protegem

besouro Hedypates betulinus, conhecido popularmente como broca-da-erva-mate, pode ganhar um novo inimigo: os nematoides. O uso controlado desse parasita é uma promessa na luta contra o inseto, que agride o tronco da erva-mate e pode causar a completa destruição da planta. A proposta resultou de um estudo feito por pesquisadores da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), em Cascavel, sob a coordenação do biólogo Luis Francisco Angeli Alves, em parceria com o Instituto Biológico, de São Paulo.

Também conhecidos como vermes cilíndricos, os nematoides são minúsculos organismos translúcidos, com grande variedade de espécies. Eles podem ter vida livre, alimentar-se de restos de animais e plantas ou viver como parasitas de outros organismos – como as lombrigas, que atacam o ser humano.

O uso de nematoides entomopatogênicos (que parasitam insetos) no controle de pragas de diversas culturas cresceu nos últimos anos graças à sua eficiência. Embora não houvesse relatos de que esses vermes fossem parasitos da broca-da-erva-mate, os pesquisadores da Unioeste decidiram testá-los.

"Foi pura curiosidade", conta Alves. Um indício de que a estratégia estava
correta é o hábito da praga de pôr
seus ovos no tronco da planta,
perto do solo, que costuma ser
mais úmido e protegido da luz
nos plantios de erva-mate. Esse
ambiente favorável à sobrevivência dos nematoides possibilita a
infecção pelo parasita.

No experimento, Alves utilizou uma variedade da espécie *Steinernema carpocapsae*, que se revelou patogênica em todas as concentrações testadas. Na mais alta delas, a mortalidade obtida foi de 78,1%, comprovando a suscetibilidade da broca ao nematoide. O estudo foi feito com insetos na fase adulta.

Comparado com o método de controle biológico que emprega um predador natural, o fungo da espécie *Beauveria bassiana*, o uso de nematoides apresenta vantagem. Segundo alguns estudos, o fungo – cuja aplicação ainda não foi regulamentada – é eficiente, mas requer um tempo muito maior que o exigido pelo nematoide para provocar a morte de um mesmo percentual de brocas-da-erva-mate. Os experimentos de Alves confirmaram esse resultado.



Formas juvenis-infectivas do nematoide *Steinernema* sp. em suspensão aquosa

#### Luta contra a broca

As formas tradicionais de combate à broca-da-erva-mate – como poda, catação manual ou uso de galinhas-d'angola, que comem o inseto – são pouco práticas. A aplicação de defensivos agrícolas é proibida, uma vez que há risco de deixar resíduos tóxicos no produto final. Com isso, o controle biológico feito com nematoides significa um extraordinário progresso no combate à praga.

Mas a pesquisa ainda não foi levada a campo, e o método de infecção das brocas em seu ambiente natural ainda está sendo estudado. A ideia é libertar os nematoides no solo, perto da raiz das plantas. O verme é atraído pela broca quando esta vai colocar seus ovos e pode penetrar no inseto através de orifícios naturais ou da perfuração de seu esqueleto externo. Até morrer, a broca infectada ainda contribuiria para disseminar o parasita, que infectaria outros insetos.

Hedypates betulinus (broca-da-ervamate). A larva desse besouro cava galerias nas árvores de erva-mate, podendo destruí-las total ou parcialmente



EOTO AN

#### **DO EXTRATIVISMO AO CULTIVO**

A árvore da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) ocorre naturalmente apenas na América do Sul (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai), difundindo-se, no Brasil, pelos estados da região Sul e em parte de São Paulo e do Mato Grosso do Sul. O hábito de beber a infusão de suas folhas é uma herança dos índios guaranis. Hoje, a erva-mate é consumida entre nós principalmente sob a forma de chá ou chimarrão.

Originalmente, sua exploração se deu por meio do extrativismo. Essa, aliás, foi a principal atividade econômica desenvolvida no Paraná, da primeira metade do século 19 até o final da década de 1920.

Com o tempo, sua produção foi adaptada a plantios de monocultura, uma atividade agrícola de grande importância ainda hoje. Segundo a Embrapa Florestas, o plantio de erva-mate rende diretamente cerca de R\$ 180 milhões por ano.

Na época do extrativismo, as perdas causadas pelas brocas eram pouco significativas. Mas, segundo o biólogo Luis Francisco Angeli Alves, com o desenvolvimento da monocultura da planta e a falta de conhecimento sobre métodos adequados de silvicultura, os ataques da praga se tornaram um problema frequente.



A broca agride o tronco das árvores de mate e pode causar sua perda completa. Ela costuma atingir plantas já produtivas, a partir dos cinco ou seis anos de idade. Nessa fase, a árvore é de difícil substituição e já recebeu uma série de tratamentos e adubação. Os danos são mais significativos quando a poda feita durante a colheita é mal conduzida, deixando as árvores debilitadas e mais suscetíveis ao ataque dos insetos.

A Unioeste estuda uma parceria com a Embrapa Florestas, situada no município paranaense de Colombo, com o objetivo de identificar meios mais eficazes de infecção dos insetos. Estes seriam atraídos para um dispositivo com odores (feromônios) e se infectariam então pelos nematoides. Depois de contaminados, os insetos ganhariam liberdade.

Os pesquisadores procuram saber também qual é a espécie de nematoide mais eficiente para destruir a broca. Alguns estudos mostram o potencial de algumas espécies das famílias Steinernematidae e Heterorhabitidae. Outro aspecto importante, segundo Alves, é encontrar meios simples de produzir o nematoide. Para se conseguir uma população alta de vermes, o método mais fácil é infectar uma lagarta da espécie Galleria mellonella com o verme em uma fase imatura, chamada juvenil-infectiva. Dentro da lagarta os nematoides se multiplicam, dando origem a uma quantidade suficiente para combater

o inseto.

Devido ao baixo nível de automação do sistema — que requer, portanto, muita mão de obra —, o custo de produção de nematoides em larga escala é elevado, o que justifica os estudos a esse respeito que vêm sendo feitos na unidade de Campinas (SP) do Instituto Biológico. O instituto coordena um projeto de pesquisa que visa implantar uma biofábrica para produzir nematoides a serem usados contra diversas pragas.

Os agricultores que cultivam erva-mate querem saber se o uso do nematoide é seguro e qual o custo de implantação do novo controle biológico (ver 'Do extrativismo ao cultivo'). Alves diz que os custos do método ainda não podem ser estimados, mas garante que sua implantação não oferece qualquer perigo para o ambiente (é ecologicamente seguro). Para o biólogo da Unioeste, o único risco que existe é a perda dos vermes caso o solo se torne seco ou muito quente.

#### **Thais Schneider**

Especial para Ciência Hoje/PR

Desigualdade social na Índia e no Brasil

qui, embate entre tráfico e polícia. Lá, conflitos religiosos. Aqui, construção de muros; lá, política de remoção. Em comum, o fato de serem países emergentes com um nível bastante elevado de desigualdade social. Essas são algumas das diferenças e semelhanças encontradas entre as favelas brasileiras e as indianas por um grupo internacional de pesquisadores em um estudo iniciado em 2006.

Coordenado por Marie-Caroline Saglio-Yatzimirsky, da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais, em Paris, o grupo desenvolve pesquisa denominada 'Exclusão social, territórios e políticas urbanas: uma comparação entre Índia e Brasil' (Setup, na sigla em inglês). Com cerca de 20 participantes, seus pesquisadores (brasileiros, franceses e indianos) estão distribuídos entre quatro metrópoles: São Paulo, Rio de Janeiro, Mumbai e Nova Délhi. No Brasil, integram o grupo as cientistas sociais Maria de Fátima Gomes e Lenise Lima Fernandes, do Núcleo de Pesquisa e Extensão Favela e Cidadania (Faci), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O Faci, desde 1987, realiza estudos nas favelas de Praia da Rosa e Sapucaia, na Ilha do Governador, alvo da intervenção do Programa Bairrinho da Prefeitura do Rio de Janeiro.

"Essas favelas já são nosso objeto de estudo há mais de 20 anos", conta Gomes. "Nossa preocupação, no momento, é analisar o im-

pacto dos programas de urbanização do governo e comparar os resultados com aqueles obtidos em outras favelas brasileiras e indianas." Gomes e Fernandes, que também estudam favelas como a Rocinha e o Morro da Providência, no Rio, passaram duas semanas em Mumbai e Nova Délhi, no início de 2009, para complementar a pesquisa Setup.

#### Pobreza e violência

A Índia é principalmente conhecida no Brasil por meio de seus filmes. Entretanto, mais do que o cinema de Bollywood - a Hollywood indiana -, os filmes que têm chegado aqui são superproduções como Quem quer ser um milionário?, de Danny Boyle, em que a favela de Dharavi, a maior do país, é pano de fundo para a história do personagem principal. No filme, esgoto a céu aberto, barracos de madeira e uma miséria exacerbada chamaram a atenção do público brasileiro. Por que ficamos tão chocados?

Para Gomes, embora as favelas das grandes metrópoles brasileiras tenham um elevado grau de pobreza, as indianas superam as brasileiras nesse quesito. "Apesar de a dimensão do problema habitacional ser semelhante nos dois países, na Índia ele é mais grave", comenta. Saglio-Yatzimirsky con-

corda: "No nível espacial, essas grandes megalópoles conheceram os mesmos fenômenos de periferização e remoção da pobreza, mas eles não se desenvolveram da mesma forma". Enquanto, no Brasil, as políticas de urbanização e revitalização das favelas vêm se esforçando para acabar com a presença de esgoto a céu aberto e substituir os barracos de madeira, na Índia esses casos são regra em todas as favelas analisadas.

O tipo de violência a que as áreas pobres do Brasil e da Índia são submetidas também é um diferencial entre os países. Segundo Gomes, se, no Brasil, o tráfico e seus





11 a 19% conflitos com a polícia são os principais deflagradores da violência, nas favelas indianas a religião e a divisão social por castas - que, embora não exista oficialmente, está entranhada na sociedade - são os motivos principais. "Os conflitos entre muçulmanos e hindus estão presentes nas favelas indianas", conta ela. Vale lembrar que Nova Délhi e Mumbai receberam boa parte dos migrantes refugiados do Paquistão desde a independência da Índia.

#### Políticas públicas

As formas como a sociedade brasileira e a indiana reagem – ou não – à precariedade e à injustiça em meio a qual vivem difere drasticamente, segundo as observações do grupo. "O relativo avanço do Brasil no direito à habitação, por exemplo, tem muito a ver com a politização da população", explica Gomes. "Aqui, há maior resistência e organização entre os moradores contra a questão da remoção, por exemplo. Na Índia, a resistência

ainda é muito incipiente". Saglio-Yatzimirsky acrescenta: "Quando a comunidade da favela indiana está suficientemente organizada, o diálogo com os poderes públicos fica consideravelmente facilitado, e os programas propiciam uma maior integração. Quando não há essa organização, perdem legitimidade perante o poder público".

Um dos pontos mais relevantes do estudo é analisar as políticas públicas de urbanização e reassentamento de populações nas comunidades carentes. A remoção é apenas uma das práticas governamentais voltadas às favelas. No Brasil, essa política foi praticamente extinta, já que as experiências fracassaram no seu objetivo. "Os moradores costumavam ser reassentados em lugares muito distantes da favela de origem, com pouca infraestrutura de transporte e mercado de trabalho limitado", explica Saglio-Yatzimirsky.

O ideal, para ela, seria uma política de urbanização e revitalização bem elaborada e com a máxima participação da população local, mesmo que as rivalidades e conflitos de interesses tornem essa ideia difícil de ser concretizada. "Não basta criar linhas de ônibus até a favela", critica. "O importante é elaborar um projeto global e de longo prazo de integração".

Nesse tipo de análise encontrase a importância prática da pesquisa comparativa. "Estudos como o nosso, aliados a considerações econômicas, jurídicas e geográficas, podem dar novas pistas para repensar programas que comumente são elaborados sem um conhecimento prévio da realidade social e econômica de cada favela", defende a coordenadora da pesquisa. Em Mumbai, aparentemente, essa necessidade começa a ser notada. Recentemente, a favela Dharavi teve seu projeto de urbanização paralisado, em parte devido à crise econômica, mas também para que um estudo sobre as condições do lugar fosse realizado.

#### Isabela Fraga

Ciência Hoje/RJ

# OLOS SIP KOC

# Cara roxa no céu azul

le está entre as aves mais belas do território nacional. E entre as mais raras também. Espécie ameaçada de extinção, o papagaio-de-cara-roxa (Amazona brasiliensis) dá sinais de que está se recuperando. O resultado do último censo populacional da espécie no Paraná, feito pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), de Curitiba, contabilizou 5.099 indivíduos – o maior número já registrado até agora no estado.

Também conhecido como chauá, o papagaio-de-cara-roxa é uma espécie endêmica do Brasil, e seu hábitat se restringe a um pequeno trecho da mata atlântica que vai do litoral sul de São Paulo ao litoral norte de Santa Catarina, considerado um dos mais ricos ecossistemas biológicos da

Terra. Estima-se que a população total da espécie seja de aproximadamente 6,5 mil indivíduos, a maioria dos quais vive em ilhas do Paraná, como a Ilha do Mel, da Cotinga, do Pinheiro e Rasa.

O primeiro censo da espécie no Paraná é da década de 1990, quando foram registrados cerca de 3,5 mil indivíduos. Os números cresceram nos anos subsequentes, para ultrapassar os 5 mil em 2009. "Esse resultado nos deixa muito contentes", comemora a bióloga Elenise Sipinski, coordenadora do projeto Conservação do Papagaio-de-cara-roxa, da SPVS. "É um indício de que estamos no caminho certo para recuperar a espécie."

Por trás da boa notícia se esconde uma estratégia engenhosa. Na tentativa de garantir o sucesso reprodutivo do chauá, os pesquisadores da SPVS tiveram a ideia de construir ninhos artificiais na floresta. O método não é dos mais ortodoxos, mas os números revelam sua eficiência. No litoral norte do Paraná foram instalados 70 ninhos de PVC ou madeira, que abrigaram 63 filhotes, dos quais 58 chegaram à fase adulta. Já nos ninhos naturais, o sucesso foi bem menor. Dos 40 filhotes monitorados nesses ninhos, apenas 20 conseguiram sobreviver.

Ao contrário de muitas aves, os psitacídeos (família a que pertencem os papagaios) não constroem ninhos. Espertos, eles se apropriam de troncos velhos de árvores, especialmente ocos do guanandi (*Calophyllum brasiliense*). Mas esses ninhos naturais, agredidos pelo vento e pela umidade, não duram muito tempo. "Em menos de dois anos, acabam apodrecendo", conta Sipinski. "Daí o sucesso dos ninhos artificiais."

Mas não é só a ação do tempo que danifica o lar do chauá. Há um problema mais delicado. O tronco do guanandi não é visado apenas pelo papagaio, mas também por pescadores locais, que veem nessa madeira boa alternativa para a fabricação de canoas. "É quando o problema transcende a dimensão biológica, tornando-se também uma questão social", observa a pesquisadora.

Ameaçado de extinção, o papagaio-de-cara-roxa (A) ganhou, no Paraná, ninhos artificiais feitos de VC (B). Os ninhos protegem os filhotes das cobras e aranhas, aumentando as chances de que se tornem adultos











#### Nas garras do tráfico

Vítima da própria beleza, o papagaio-de-cara-roxa é uma das espécies mais ameaçadas pelo tráfico internacional de animais silvestres. A curiosa habilidade de imitar a voz humana coloca os psitacídeos entre as aves mais cobiçadas por comerciantes e colecionadores. Sua plumagem viva e brilhante, que outrora adornava os ombros de piratas, é hoje porta de entrada para as gaiolas do tráfico.

"A captura do chauá é um ato duplamente cruel", condena Sipinski. Primeiro por retirar a ave de seu hábitat natural, submetendo-a a condições terríveis de acomodação e transporte. Segundo por anular suas chances reprodutivas. Como todos os psitacídeos são fiéis monogâmicos, se um indivíduo adulto é capturado, seu parceiro dificilmente irá procriar de novo.

Os pesquisadores da SPVS estão otimistas quanto à recuperação da espécie, mas sabem que a tarefa é difícil. "Não basta conscientizar; é preciso agir", ressalta Sipinski. Por isso, ações de educação ambiental também fazem parte dos projetos da Sociedade. "Instruímos os moradores da região e turistas que a visitam, para que entendam que manter a integridade da natureza pode ser mais lucrativo do que a sua comercialização." Os pesquisadores apostam no turismo ecológico, uma atividade econômica de impacto ambiental mínimo, que gera emprego e renda para muitos habitantes da região.

Nos últimos 10 anos, a SPVS tem promovido ações educativas em várias escolas do litoral paranaense. De 2003 a 2006 a conservação da espécie foi tratada exaustivamente no jornal comunitário Maré da Lua, veiculado em dezenas de vilarejos caiçaras. Outra ação de destaque foi o apoio à criação de um grupo de teatro, no município de Guaraqueçaba (PR), cujos espetáculos tinham como tema central o papagaio e a importância de sua preservação. Atualmente a sociedade distribui livretos e cartilhas com o objetivo de conscientizar os moradores da região das ilhas.

A sobrevivência do chauá tem sido encarada como um desafio pelos pesquisadores da SPVS. "O esforço vale a pena", dizem. "Afinal", reconhecem eles, "o resultado é uma bela ave colorindo os céus do Brasil".

#### **Henrique Kugler**

Especial para Ciência Hoje/PR

# Um passado ainda vivo

🔁 las são desconhecidas de boa parte da população urbana brasileira, mas o fato é que existem mais de 3.500 comunidades remanescentes de quilombos oficialmente registradas no país. Em novembro último, por ocasião do dia da Consciência Negra, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva assinou decretos regularizando 30 territórios para comunidades quilombolas de todo o Brasil. A notícia ocupou um espaço tímido nos principais jornais do país, mas foi de suma importância para os movimentos de militância em prol dos direitos quilombolas e também para os grupos de interesses contrários.

Entender o tema do direito a territórios é essencial para a com-

preensão do debate em torno dos quilombos, além de ser um ponto fundamental para o estabelecimento da identidade desses grupos. Para entrar nessa intricada discussão, no entanto, é preciso entender o que de fato são as comunidades quilombolas. Afinal, ainda se aprende nos colégios que quilombos eram grupos isolados formados por escravos fugidos de seus senhores - o que não faria sentido após a abolição da escravatura, em 1888. Tal cenário, descrito em muitos livros de história, não é de forma alguma compatível com as 3.500 comunidades identificadas pelo governo.

A postura oficial de reconhecimento das comunidades – que não se traduz, necessariamente, em políticas públicas – é relativamente recente: data dos últimos 16 anos. "Os registros oficiais sobre quilombos no Brasil têm um hiato de 1888

até 1988, quando, com a proclamação da nova Constituição, as comunidades remanescentes de quilombos passaram a ter menção na legislação brasileira", conta a jurista Daniela Vargas, da Pon-

> tifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), e palestrante do seminário Panorama Quilombola, realizado na mesma universidade no final do ano passado.

Identidade e autorreconhecimento

À mesma época que a Constituição brasileira incluiu as comunidades quilombolas em seu texto legislativo, o tema tornou-se mais frequente como objeto de pesquisa das ciências sociais. De lá para cá, tal intercâmbio entre a comunidade acadêmica e o poder legislativo tem se intensificado. "Leis, na verdade, são resultados de processos sociais de luta, e hoje o debate entre os antropólogos já influencia muito a legislação sobre comunidades quilombolas", afirma o antropólogo e sociólogo André Videira de Figueiredo, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), que também participou do evento na PUC-Rio.

Não há uma definição única de quilombo, mas atualmente o conceito antropológico – o mesmo utilizado pela legislação brasileira – adota a ideia de grupo étnico. "Grupos étnicos se definem a partir de sua relação com os outros, na percepção das fronteiras culturais entre os povos", explica Figueiredo. "Dessa perspectiva, a ideia de que quilombos são comunidades isoladas é incorreta, uma vez que sua identidade nasce justamente de sua relação com outros grupos."

Essa identidade não deve ser percebida somente por grupos externos, mas também pelas próprias comunidades: trata-se do autorreconhecimento. O Decreto no 4.887, por exemplo, utiliza esse conceito ao definir uma comunidade quilombola: "Consideram-se remanescentes das comunidades dos quilombos, para os fins deste Decreto, os grupos étnico-raciais, segundo critérios de autoatribuição, com trajetória histórica própria, dotados de relações territoriais específicas, com presunção de ancestralidade ne-

Crianças da comunidade
Kalunga, um antigo
quilombo,
em Vão das Almas (GO),
durante festa local

60 • CIÊNCIA HOJE • VOL. 45 • nº 267

gra relacionada com a resistência à opressão histórica sofrida".

Ao contrário do que possa parecer a olhos leigos, no entanto, autorreconhecimento não significa que qualquer grupo possa ser considerado quilombola. "O autorreconhecimento é apenas um dos elementos definidores da identidade quilombola, que pressupõe a noção de territorialidade própria, de caráter coletivo", observa Figueiredo. No caso dos quilombos, também se aplicam características como a memória de resistência à escravidão, permanência no território e uma historicidade própria.

O antropólogo ressalta que esses critérios são flexíveis, podendo variar e ter seus conceitos alargados caso a caso, uma vez que o autorreconhecimento e a percepção exterior são os elementos mais importantes. O estereótipo do quilombo como uma comunidade rural, por exemplo, já não encontra reflexo na sociedade contemporânea. "Há grupos quilombolas também urbanos, quer seja porque viviam em áreas antes rurais que hoje estão no perímetro urbano, quer porque se formaram na própria cidade", explica Figueiredo. Um exemplo deste tipo é o quilombo da Sacopã, situado numa área nobre da cidade do Rio de Janeiro, no bairro da Lagoa. Há, também, comunidades quilombolas cuja população é majoritariamente evangélica - como é o caso da comunidade Alto da Serra, também no estado do Rio.

#### Disputa fundiária

Das 3.500 comunidades quilombolas reconhecidas pelo governo, há 851 processos abertos no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) para regularização de territórios, segundo a página oficial do órgão. Nos quatro últimos governos (os dois mandatos de Fernando Henrique Cardoso e os dois de Luís Inácio Lula

da Silva), houve 107 títulos emitidos no Brasil, apenas 47 deles por parte do governo federal. "Para agilizar a regularização fundiária, os governos estaduais deveriam ter mais poder na titulação de territórios", opina Daniela Vargas, que coordena um grupo de pesquisa sobre a legislação quilombola.

Para ela, o problema das titulações fundiárias é decorrente, principalmente, do fato de a Constituição determinar a titulação das terras como "propriedade definitiva", ou seja, propriedade privada. "Quando as terras ocupadas pelas comunidades quilombolas já são propriedade privada, sua desapropriação é muito mais difícil", diz a jurista. Ela compara à situação indígena, em que as terras são públicas com usufruto exclusivo das tribos. "É muito mais fácil ceder uso de propriedade pública do que desapropriar propriedades privadas", comenta.

Como solução, segundo Vargas, o direito brasileiro deveria considerar o conceito de propriedade coletiva. "Atualmente, como não há esse conceito na Constituição, a saída tem sido formar associações de moradores", explica. "No entanto, essa forma de organização não dá conta da complexidade de uma comunidade quilombola. Por exemplo, se a associação de moradores acabar, com quem

A titulação por via de usucapião, teoricamente, seria uma forma de muitas comunidades quilombolas terem seus territórios garantidos. Ela prevê o reconhecimento da propriedade da terra depois de 10 ou 15 anos de permanência, mas, para Figueiredo, essa não é a solução ideal. "A questão territorial dos quilombos não está ancorada somente na permanência na terra", aponta o antropólogo. "Há também espaços de memória e outros elementos que devem ser levados em conta na análise."

A comparação e o paralelo com povos indígenas é uma forma de compreensão defendida por muitos estudiosos, entre eles Vargas, e até por membros dos próprios quilombos, como Ronaldo Santos, da Associação Quilombola do Estado do Rio de Janeiro (Aquilerj) e da Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (Conaq). "Deve haver aproximação entre políticas afirmativas para negros e índios, pois são povos prejudicados e explorados historicamente", afirma Santos.

#### **Isabela Fraga** Ciência Hoje/RJ



CIÊNCIA HOJE .

nº 267

# Vida social pelos ares

escala de trabalho irregular pode se tornar elemento gerador de constante ansiedade na vida de comissárias de voo. Essa foi a conclusão obtida por Diana Bandeira durante o mestrado na Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. Baseada na concepção de tempo como elemento estruturador das relações sociais estabelecidas pelos indivíduos, a pesquisadora aponta que tais profissionais têm o tempo social completamente invadido pelo do trabalho. "A vida das comissárias é um exemplo extremo da lógica, crescente em nossa sociedade, em que o trabalho em alguns setores acontece 24 horas por dia", diz a pesquisadora.

Por quase duas décadas, Bandeira atuou como comissária de voo e presenciou as dificuldades de suas colegas de trabalho para gerenciar compromissos profissionais e sociais. Após se desligar do emprego, retomou os estudos e dedicou-se justamente a compreender como as comissárias conciliam a vida familiar com um ofício cujos horários são muito imprevisíveis, sem dia e horário fixos. Segundo a pesquisadora, a imprevisibilidade na escala de trabalho faz com que as profissionais organizem os momentos dedicados à família apenas após receberem o esquema de horários de voos definido pela companhia aérea. "Elas tentam encaixar compromissos pessoais nos intervalos em que não estão voando e por isso aguardam ansiosamente a publicação das escalas", explica. Assim, não podem participar de atividades que requeiram horários fixos ou estar presentes em eventos familiares e em datas importantes que não coincidam com os dias de folga.

A pesquisadora avaliou sete comissárias a partir de um roteiro de entrevistas que pudessem reunir informações sobre as implicações do trabalho na vida social e familiar. Visando a um resultado mais qualitativo do que quantitativo, buscou obter dados sobre o universo subjetivo das entrevistadas. "A vida cotidiana é um aspecto que só pode ser apreendido de forma qualitati-

va", explica a cientista. Além disso, ela procurou um padrão determinado: mulheres que fossem mães e com núcleo familiar próprio. Porém, as comissárias que apresentavam tais características, em geral, não dispunham de horários vagos para participarem das entrevistas.

#### Tempo dividido

A pesquisa revela que o tempo escasso, perceptível até na própria dificuldade em estabelecer contato com as comissárias, é uma constante na rotina das profissionais. Segundo Bandeira, essa escassez ganha maior dimensão devido à existência de diversos tempos dentro do período de trabalho e de não-trabalho, em um processo de fragmentação. Assim, ainda que não estejam em voo, as aeromoças podem estar distantes de casa e da família em função da rotina de trabalho. "Há os tempos de trabalho e suas variações; os tempos de não trabalho (na base e no local de residência) e os de deslocamento", relata.

O tempo é fracionado entre os horários de voo, os de sobreaviso, os de reserva, os de pernoite e os de deslocamento. Quando estão em sobreaviso ou reserva, as comissárias estão em terra firme, porém continuam na base aérea, à disposição da empresa, e podem ser chamadas a qualquer momento para um novo voo. O pernoite corresponde ao tempo em que passam em outras cidades e o deslocamento ao tempo gasto entre a base e a cidade onde residem. A fragmentação temporal é gerada pela falta de

RUBBERBALL PRODUCTIONS /KANGURU IMAGES

regularidade na elaboração da escala - que, a cada mês ou quinzena, se apresenta de maneira distinta. Desse modo, apesar de a regulamentação profissional determinar um limite de 85 horas mensais em voo, as comissárias passam um tempo maior afastadas de casa. A distância implica a necessidade de reestruturação do ambiente familiar, como a ajuda de um grupo de pessoas - formado por pais, marido e empregada - que passa a desempenhar as tarefas geralmente atribuídas à dona da casa.

"Esses intervalos longe da família, quando somados à imprevisibilidade de horários e à ansiedade pela publicação da escala de voos, constitui um fator gerador de sofrimento", aponta a cientista. Segundo ela, as comissárias ressentem-se da impossibilidade de estarem disponíveis para seus familiares e da criação de uma rotina doméstica, uma vez que têm apenas oito folgas e um final de semana livre por mês. Bandeira ressalta que esses fatores geram fadiga crônica e desgaste mental quando associados às condições físicas de trabalho, que incluem pressurização, mudanças radicais de fuso horário e altitude. Entretanto, para a pesquisadora, além da imprevisibilidade e da fragmentação, o maior desgaste emocional ainda é causado pelo distanciamento da família. "A qualquer incidente, qualquer emergência com um filho ou outro parente, a comissária não pode interferir pessoalmente na situação, pois, se estiver voando, seu retorno está condicionado aos horários de voo e às condições meteorológicas que podem determinar o fechamento do aeroporto, entre outros motivos", completa.

**Júlia Faria** *Ciência Hoje*/RJ



PRIMATOLOGIA

#### **NOVO ITEM NO CARDÁPIO**

Há décadas considerado exclusivamente herbívoro, o bugio-preto (Alouatta caraya) revelou-se consumidor de um produto de origem animal: o ovo. Sob a coordenação do biólogo Júlio César Bicca-Marques, pesquisadores do Laboratório de Primatologia da Faculdade de Biociências da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) mostraram que a espécie pode roubar ovos de ninhos de aves ou de galinheiros para complementar sua dieta quando a disponibilidade de alimento é baixa.

"Embora os macacos do gênero Alouatta sejam muito estudados, não havia na literatura científica um único registro de ingestão intencional de um derivado animal – como é o caso do ovo – por uma espécie de bugio", diz Bicca-Marques. As conclusões do estudo foram publicadas no periódico International Journal of Primatology.

Em um ano, a equipe do biólogo

registrou 19 eventos de predação de ovos por um grupo de cinco bugiospretos. Um vídeo gravado pelos pesquisadores flagra a invasão de um galinheiro por um animal que se esgueira por uma fresta situada na parte de cima da porta. O 'assalto' se deu em uma fazenda com bosque dominado por eucaliptos em Tupanciretã, na região central do Rio Grande do Sul.

"Os 20 anos dedicados a essa pesquisa valeram a pena", confessa Bicca-Marques, que desde o curso de mestrado buscava comprovar os relatos de moradores da zona rural sobre invasões de galinheiros por bugios-pretos para obter ovos. "O que antes parecia conversa fiada se tornou fato científico." O próximo passo da equipe da PUCRS é mostrar que outro macaco, o bugio-ruivo (Alouatta guariba clamitans), também pode ingerir ovos em condições ambientais similares.

LABORATÓRIO VAI ANALISAR CIGARRO • Em 2010, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) dará início às construções de um laboratório destinado à análise dos componentes do cigarro. O Laboratório de Controle de Produtos Derivados do Tabaco ficará na Ilha do Fundão, em uma área cedida pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Estudos desse tipo, até então, tinham de ser feitos no exterior. Com a construção da unidade, a Anvisa terá mais controle sobre essas análises e poderá realizá-las com maior frequência. O custo previsto para o projeto é de R\$ 8 milhões.

**ENGENHARIA** 

#### **AVIÃO RADICAL**

Um modelo inédito de aeronave acaba de ser lançado no Brasil. O CEA 309 Mehari, desenvolvido no Centro de Estudos Aeronáuticos (CEA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é o primeiro avião projetado no país com capacidade para fazer acrobacias aéreas na chamada categoria ilimitada, a mais elevada e radical nas competições acrobáticas internacionais.

Segundo o coordenador geral do projeto, Paulo Iscold, o Mehari pode desenvolver as manobras complexas exigidas em campeonatos mundiais, como piruetas e rasantes. "O eixo da aeronave atinge uma rotação de 420 graus", diz. Além disso, o avião pode chegar à velocidade de 450 km/h e alcançar uma aceleração de até 11 vezes a da gravidade. "São características compatíveis com as de modelos estrangeiros que participam de competições", completa Iscold, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG.

O avião ainda tem a vantagem de um custo de operação menor. Em geral, as aeronaves da categoria ilimitada utilizam um motor de seis cilindros. O Mehari, entretanto, tem quatro cilindros. Outro diferencial é o uso de materiais alternativos na estrutura do protótipo. Além da tradicional fibra de carbono, foi empregado aço com liga de cromo-molibdênio e madeira freijó. O desem-



penho da aeronave não foi prejudicado, mas os ganhos com a redução de custos chegam a quase 70%.

O projeto começou a ser desenvolvido em 2002 e, desde então, contou com a participação de mais de 30 estudantes. "Os alunos desenvolveram cálculos e participaram da fabricação até chegar ao produto final", conta Iscold. O Mehari, assim batizado em alusão a um camelo africano muito veloz e resistente, foi orçado em cerca de US\$ 300 mil. A construção do protótipo foi patrocinada pelo empresário e piloto brasileiro Marcos Geraldi e recebeu contribuições financeiras de empresas nacionais, norte-americanas e alemãs. A expectativa é que a aeronave possa, em breve, ingressar em competições aéreas internacionais. "Precisamos apenas de patrocínio", finaliza.

EDUCAÇÃO

#### **ENSINO SUPERIOR NAS EX-COLÔNIAS DE PORTUGAL**

A independência tardia das ex-colônias portuguesas rendeu — principalmente àquelas localizadas na África — índices preocupantes no que se refere à educação superior. A primeira faculdade de São Tomé e Príncipe, por exemplo, só foi fundada em 1996. Angola conta com 17 instituições de ensino superior e Cabo Verde tem apenas nove (em Portugal, existem 326). Em Angola, há cerca de 1.400 docentes para uma população de 17 milhões de habitantes.

"É difícil obter dados precisos sobre o ensino superior nesses países, por causa, principalmente, da falta de redes de informação bem estruturadas", disse Marília Costa Morosini, diretora da Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, onde se realizou

recentemente um seminário para a discussão do tema. O evento, coordenado por Morosini, teve o apoio do CNPq, da Capes e da Unesco.

O Seminário Internacional de Educação Superior na Comunidade de Países de Língua Portuguesa (que inclui também Macau e Timor Leste, na Ásia) reuniu representantes das ex-colônias portuguesas na África e Ásia, do Brasil e de Portugal. "O objetivo do encontro foi estreitar laços entre essas nações para favorecer o desenvolvimento do ensino superior", relata Morosini. Segundo ela, a cooperação poderá se fortalecer por meio do intercâmbio de conhecimentos e de estudantes.

A Universidade Federal da Integração Luso-afro-brasileira (Unilab), criada em 2008, deverá ser um importante polo de integração entre centros de pesquisa das ex-colônias portuguesas. As atividades da nova instituição, sediada no município de Redenção (CE), tiveram início no segundo semestre de 2009 e deverão se intensificar em 2010. Redenção, a 66 km de Fortaleza, foi escolhida por ser a primeira a abolir a escravidão no Brasil. A Unilab deverá ter cerca de 5 mil estudantes estrangeiros e brasileiros e oferecerá cursos de graduação e pós-graduação em diferentes áreas do conhecimento.

Para 2010 está prevista a realização da segunda edição do seminário, em Algarve, Portugal. Por ora está em elaboração a Enciclopédia internacional de educação superior para os países de língua portuguesa, uma compilação de projetos pedagógicos, questões teóricas e dados históricos sobre essas nações.

# Mensageiro das estrelas

Em 1610, Galileu Galilei (1564-1642) apresentou na obra Sidereus nuncius (Mensagem sideral)

– escrita em latim e publicada em Veneza – os resultados de observações astronômicas feitas com o auxílio de um telescópio que ele próprio havia construído. No livro, o célebre físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano relata os dados que obteve da superfície da Lua e de partes da Via Láctea, bem como a descoberta de quatro satélites do planeta Júpiter.

A publicação foi mais uma peça de extrema relevância para o questionamento da visão de cosmos que ainda perdurava na época.

Sidereus nuncius baseia-se nas primeiras observações astronômicas da história realizadas sistematicamente com o auxílio de um instrumento óptico artificial. A propósito, vale lembrar que em 2009 foram apresentadas evidências de que o inglês Thomas Harriott (1560-1621) teria observado a Lua com sua luneta em julho de 1609.

Nas primeiras páginas da obra, Galileu Galilei faz breve descrição de como tomou conhecimento daquele tipo de instrumento, denominado, em latim, perspicillum ('pequeno telescópio'). Embora nunca tivesse visto um exemplar do equipamento, dedicou-se a construí-lo e a testá-lo, aperfeiçoando-o até obter um instrumento por meio do qual "as coisas vistas pareciam quase mil vezes maiores e mais de 30 vezes mais próximas". Mais tarde o instrumento passou a chamar-se luneta ou telescópio (ver 'Janela para o infinito', em CH  $n^{\circ}$  251).

Com a ampliação propiciada pelo telescópio, Galileu observou que constelações de poucas estrelas visíveis a olho nu tinham de

SIDERE

MAGNA, NVN CIVS

Spectacula pandons, subjected by voliculous, subjected by ASTRONOMIS, of ALILIE OF GALILIE OF ATRITIO FALORENTING

PATRITIO FALORENTING

PATRITIO FALORENTING

PATRITIO FALORENTING

PATRITIO FALORENTING

SUBJECTED STATES AS PICIALIZI

SUBJECTED STATES AS SIDERE STATES

Circa 10 Y 1, 4 CF 12 CF

Retrato de Galileu Galilei e a capa da primeira edição da sua obra Sidereus nuncius, um clássico da ciência astronômica

janeiro/fevereiro de 2010 • CIÊNCIA HOJE • **65** 

400 ANO

#### **MEMÓRIA**



fato uma quantidade enorme de estrelas, "superando mais de 10 vezes o número das antigas já conhecidas". No relato sobre as estrelas fixas, citou a diferença na aparência das estrelas e dos planetas quando observados com o auxílio do telescópio. Os planetas, segundo ele, apresentavam globos redondos e delimitados, enquanto as estrelas não eram limitadas por um contorno circular, não havendo diferença quando vistas a olho nu ou com o telescópio.

Uma descoberta importante foi a grande quantidade de estrelas vistas somente pelo telescópio. No livro, Galileu apresenta o desenho de constelações, indicando a separação entre elas e seus tamanhos relativos.

Uma terceira descoberta, que, na opinião de Galileu, poria fim às controvérsias que tanto atormentavam os filósofos, dizia respeito à natureza da Via Láctea, composta por um aglomerado de estrelas. Ele relata que para qualquer região que se apontasse o telescópio era possível ver algumas estrelas grandes e um número incalculável de pequenas estrelas. Os objetos conhecidos na época como estrelas nebulosas não passavam de agregados de pequenas estrelas. Para exemplificar, desenhou a região da cabeça da constelação de Órion e a nebulosa de Praesepe.

#### SATÉLITES DE JÚPITER

Galileu considerava notável em *Sidereus nuncius* a apresentação da descoberta dos quatro satélites de Júpiter, hoje conhecidos como satélites galileanos (Io, Europa, Calisto e Ganimedes). A 7 de janeiro de 1610 ele observou Júpiter e três "estrelinhas" (satélites) dispostas paralelamente à eclíptica (plano da órbita da Terra), duas na direção do oriente e uma na direção do ocidente. Oito dias depois a configuração do sistema havia mudado, estando Júpiter na direção do oriente e os três satélites na direção do ocidente.

A posição de Júpiter contrariava os cálculos astronômicos na época em que o sistema Júpiter-satélites foi observado. O planeta estaria em movimento retrógrado, não podendo assim ultrapassar os satélites posicionados na direção do ocidente. Após algumas observações Galileu deduziu que a alteração na configuração do sistema não se devia a Júpiter e sim aos satélites. Ele admitiu que esses três satélites

estavam ao redor de Júpiter, assim como Vênus e Mercúrio giravam ao redor do Sol.

Durante quase dois meses, observou detalhadamente esse sistema e descobriu o quarto satélite. As observações feitas em seguida não deixavam dúvidas de que os quatro satélites orbitavam em torno de Júpiter.

Ori. \* \* Occ.
Ori. Occ.
Ori. \* \* Occ.

O planeta Júpiter e alguns de seus novos satélites, posicionados em relação ao oriente e ao ocidente com base em observações feitas em três datas diferentes (7, 8 e 10 de janeiro de 1610)

#### Geocentrismo e heliocentrismo

A visão do universo predominante na Europa do final do século 16 baseava-se na cosmologia aristotélica, segundo a qual o universo era esférico, finito e limitado pela esfera do céu (esfera das estrelas fixas). No centro dessa esfera estava a Terra, imóvel, cujo centro coincidia com o centro do universo. Da Lua (inclusive) até a esfera das estrelas ficavam os 'céus', que contemplavam Lua, Mercúrio, Vênus, Marte, Sol, Júpiter e Saturno, nessa sequência, cada um na sua respectiva esfera. A parte do universo situada abaixo da esfera onde estava a Lua se chamava 'mundo sublunar'. Esse era o mundo das coisas perecíveis, em constante mudança, até que encontrassem seu estado natural; o lugar das coisas ligadas ao homem. Nessa visão de universo havia um contraste fundamental entre 'céus' e 'mundo sublunar': as coisas e os seres terrestres eram feitos a partir de quatro elementos (terra, água, ar e fogo), enquanto o éter, elemento perfeito, compunha os 'céus', reino da perfeição.

Em 1543, o astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473-1543) publicou a obra As revoluções dos orbes celestes. Com base em inúmeras observações astronômicas, propunha um modelo heliocêntrico, no qual os planetas se moviam ao redor do Sol, à exceção da Lua, que se movia em volta da Terra. Tal modelo surgiu em contraposição ao modelo geocêntrico, incapaz de reproduzir as observações celestes.

Em Sidereus nuncius, Galileu não só se colocou a favor do heliocentrismo copernicano, como também utilizou suas observações para defendê-lo. Após relatar em detalhes a descoberta de quatro novos astros próximos de Júpiter (ver 'Satélites de Júpiter') e concluir que eles orbitavam em redor do planeta, escreveu: "Temos aqui um argumento notável e ótimo para eliminar as dúvidas daqueles que, aceitando com tranquilidade o sistema copernicano, se sentem perturbados pelo movimento apenas da Lua em torno da Terra, enquanto ambos percorrem uma órbita em torno do Sol, até o ponto de considerar que se deve rechaçar por ser impossível esta ordenação no universo". A esses quatro novos astros Galileu deu o nome de Astros Medíceos, em homenagem a Cosme II de Médicis (1590-1621), grão-duque da Toscana.

As descobertas de Galileu deram ampla vantagem ao modelo heliocentrista em relação ao geocentrista. Além disso, introduziram novos elementos na cosmologia, mostrando que a visão de mundo devia ser significativamente alterada. As imperfeições na superfície da Lua, caracterizadas pela existência de montes e crateras, eram inaceitáveis, pois, ao indicar que ela não era esférica,

#### A SUPERFÍCIE DA LUA

Ao observar a superfície da Lua, Galileu notou, quatro dias após a "Lua nova", que a linha que dividia a parte escura da parte iluminada era desigual e sinuosa. Nesse limite podiam ser vistas pequenas partes claras adentrando a região escura e pequenas partes escuras adentrando a região iluminada.

No entanto, o que fascinou o astrônomo foram os pontos luminosos situados na região escura perto da linha que separava a região iluminada da escura. Com o passar do tempo, esses pontos aumentavam de tamanho até fazerem parte da região iluminada. Os pontos luminosos eram gerados pela incidência da luz solar nos altos cumes dos montes, enquanto a planície ainda estava na sombra.

Galileu descreveu outro detalhe que lhe causou admiração. Quase no centro da superfície lunar havia uma cavidade maior que as demais, de formato redondo. Essa cavidade era uma superfície rodeada por altas montanhas dispostas em círculo. Essas montanhas eram tão altas que a borda que estava na região escura já estava iluminada antes que a luz invadisse todo o diâmetro da cavidade.

Após refletir cuidadosamente sobre suas observações, afirmou que a Lua e os demais corpos celestes, ao contrário do que pensavam e ensinavam os filósofos, não eram lisos e uniformes, mas, a exemplo da própria Terra, rugosos e cheios

Esboço da Lua em quarto minguante, feito por Galileu para publicação em seu livro *Sidereus nuncius* 

de cavidades e proeminências.

destruíam a noção de que o céu expressava a perfeição (ver 'A superfície da Lua'). Essa questão era tão grave que um renomado astrônomo da época, o padre jesuíta Cristóforo Clávio (1538-1612), sugeriu uma hipótese para tentar solucionar o problema. Após observar o relevo lunar pelo telescópio, propôs a existência de uma camada cristalina, transparente, sobre a Lua, fazendo com que sua superfície fosse perfeitamente esférica e lisa.

Do ponto de vista filosófico, a cosmologia aristotélica dividia o mundo hierarquicamente, da degeneração e corrupção das coisas da Terra à pureza dos céus. Galileu, por sua vez, encaixava-se perfeitamente à concepção renascentista no que dizia respeito à valorização do homem e seu planeta.

#### Othon Winter e Silvia Giuliatti Winter

Grupo de Dinâmica Orbital e Planetologia, Universidade Estadual Paulista (campus de Guaratinguetá)

# Jogo virtual ajuda no aprendizado da matéria

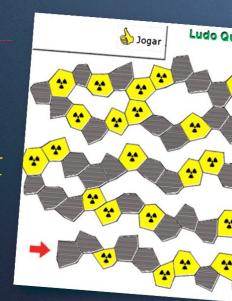
Uma alternativa lúdica para estudar química. Essa foi a ideia de Manoel Guerreiro, graduando da Universidade Estadual Paulista, ao desenvolver um jogo virtual com conceitos da disciplina. O Ludo Químico surgiu a partir de uma atividade desenvolvida com alunos de uma escola pública. "Em um trabalho em grupo para a disciplina de prática de ensino, desenvolvi com colegas da faculdade um jogo improvisado, de tabuleiro, para auxiliar o aprendizado da nomenclatura de compostos orgânicos", conta Guerreiro, que cursa licenciatura em química.

Após notar a boa receptividade dos estudantes, ele decidiu desenvolver por conta própria um jogo similar que pudesse ser acessado pelo computador. Na nova versão, todas as áreas da química são abordadas. O jogador lança um

dado virtual e, ao cair em uma casa com símbolo radioativo, recebe questões que deve responder para avançar no desafio. Em geral, são questões formuladas em exames de seleção para universidades. "O objetivo é chegar até o final do tabuleiro virtual", explica o criador do projeto. Segundo ele, o público-alvo são estudantes de ensino médio e vestibulandos.

Além de desenvolver a concepção do jogo, Guerreiro foi responsável também pela elaboração da sua estrutura virtual. "Tenho um pouco de conhecimento sobre informática e aproveitei ferramentas gratuitas disponíveis na internet", diz. O jovem pesquisador pretende agora disponibilizar uma versão em rede do jogo para que os participantes possam competir *on-line*. O Ludo Químico pode ser adquirido gratuitamente na página www.ludoquimico.com.br e, nos três primeiros meses em que esteve no ar, já foi baixado cerca de três mil vezes.

ENGENHARIA QUÍMICA



Fotomicrografia do fungo Aspergillus nigre, cujos filamentos têm de dois a cinco micrômetros (ao\*m) de diâmetro

DE CORANTES

Bercuesa a locar visi de a nigre a companya de la companya del companya de la companya de la companya del companya de la companya de la



O jogo virtual estimula alunos do ensino médio e vestibulandos no estudo de química

CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

## **PROGRAMA MAIS ACESSÍVEL**

Ao perceber a dificuldade de acesso dos pesquisadores brasileiros ao PSPP, programa que elabora análises estatísticas, Michel Almada de Castro Boaventura, graduando de Ciências da Computação, teve a ideia de desenvolver uma nova versão do programa que pudesse ampliar seu uso.

O PSPP, desenvolvido nos Estados Unidos em 2003, funciona originalmente na plataforma Linux. "Mesmo sendo gratuito, como no Brasil poucas pessoas usam o Linux, achei importante adaptar o programa para Windows e traduzi-lo para o português", diz o estudante da Universidade Federal de Minas Gerais. Há um programa similar, o SPSS, cuja licença, entretanto, custa cerca de R\$ 7 mil.

O programa adaptado por Boaventura permite, ainda, a visualização do algoritmo utilizado no cálculo, já que apresenta um código-fonte aberto, o que traz mais confiabilidade a seus resultados. A adaptação está disponível em três idiomas na página virtual http://www.cecaps.ufmg.br/ pspp/, mantida pelo estudante e atualizada frequentemente com versões mais aprimoradas.

Um fungo capaz de auxiliar na descontaminação de rios e lagos. A descoberta foi feita pelo estudante Lucas Hansen durante pesquisa desenvolvida no curso técnico de química da Escola Liberato Salzano Vieira da Cunha, em Novo Hamburgo (RS). "Investigamos a capacidade do fungo Aspergillus niger de absorver corantes descartados por indústrias de processamento de couro do Rio Grande do Sul", conta Hansen. O estudante lembra que esse fungo, popularmente conhecido como 'bolor negro do pão', é bastante comum na natureza e tem um histórico de utilização industrial, referindo-se ao seu emprego na produção de ácido cítrico e enzimas.

O estudo – feito com a colaboração do colega William Lopes, sob orientação da química Carla Kereski Ruschel - foi direcionado para o tratamento de efluentes contaminados daquelas indústrias. O fungo é capaz de absorver diversos corantes e, dependendo das condições, pode até usá-los como

fonte de energia. "A partir de um estudo mais aprofundado", acredita Hansen, "o Aspergillus niger poderá ser empregado em larga escala para absorver corantes de efluentes industriais, evitando a contaminação de corpos d'água situados nas imediações das áreas produtoras de couro". O jovem pesquisador enfatiza que esse sistema de tratamento poderá ser usado também na indústria têxtil, que lança mão de um grande número de corantes e os descarta no meio ambiente.

Atualmente Hansen cursa engenharia química na Universidade de Caxias do Sul (RS) e pretende, no futuro, retomar as pesquisas com A. niger. O trabalho recebeu o primeiro lugar na Mostra Internacional de Ciência e Tecnologia (Mostratec), realizada em Novo Hamburgo, e foi selecionado para participar, em 2009, da Feira Internacional de Ciência e Engenharia (Isef, na sigla em inglês), a maior feira escolar de ciências do mundo, realizada anualmente nos Estados Unidos.

FILOSOFIA Ideias do filósofo escocês permitem distintas e melhores imagens do mundo

# A outra modernidade de Hume

#### **Cesar Kiraly**

Departamento de Sociologia e Política, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e Laboratório de Estudos Hum(e)anos, Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Iuperj)

escocês David Hume (1711-1776) não é um filósofo da linguagem, mas sua obra inaugura a preocupação com as regras e com as convenções que afetará daí em diante a filosofia analítica. Também não é um filósofo transcendental, em um sentido estrito. mas sua obra inicia a forte sensibilidade à imaginação que será característica dos escritos dos alemães Immanuel Kant (1724-1804) e Edmund Husserl (1859-1938). A obra de Hume não poderia ser descrita como uma filosofia da interioridade, mas Husserl atribui a ele uma virtude ausente nas meditações do francês René Descartes (1596-1650): a descrição da experiência na perspectiva do sujeito, em termos de impressões (imediaticidade direta ou difusa da experiência) e ideias (representações das impressões).

Ainda assim, quando a filosofia francesa do século 20 resolve desafiar a autoridade do sujeito moderno (aquele que é senhor em sua própria morada), é em Hume que encontra abrigo. A obra de Hume é fundamental para as grandes ideias dos últimos 250 anos de filosofia – em 2011 completam-se 300 anos do nascimento do filósofo escocês. Não fosse pela filosofia da experiência descrita por impressões e ideias, ou pela ideia

O Tratado da natureza humana é a principal obra de Hume. Suas obras ganharam nova edição pela Unesp, com índice remissivo inédito

de que o sujeito é um feixe de sensações, ou pela enunciação de que a razão é e deve ser escrava das paixões, o nome de Hume ainda seria lembrado pela 'granada' deixada no colo dogmático da humanidade: o paradoxo da causalidade (ver 'O paradoxo de Hume').

Nesse paradoxo, bastante aflitivo para toda a filosofia futura, encontra-se uma indagação bastante simples: não seria a causalidade um artifício da natureza humana na composição da experiência, e não algo natural? Temos muitas ideias mirabolantes, mas se queremos torná-las um pouco

Ler
Hume é relevante
para darmos
oportunidade a essa outra
modernidade, na qual
o sujeito é relevante,
mas sua soberania
é relativa

mais simples podemos sempre reduzi-las aos elementos que acreditamos serem seus componentes e, nesse cenário, temos apenas induções, mas nunca causalidades. A indução apenas é um dos modos pelos quais as crenças podem ser formadas, permitindo o estabelecimento de 'regras' para se esperar no futuro aquilo que se viu no passado. Mas a indução não fala sobre a essência das coisas. Fala apenas a respeito da crença que temos sobre como as coisas serão: não se trata de prova, mas de elemento de formação de convicções.

Tratado da natureza humana

> Na ciência, várias foram as tentativas de escapar do paradoxo de Hume (nossa experiência é tornada natural por meio de uma operação cognitiva e social, cuja cristalização se dá pelo hábito). O austríaco Karl Popper (1902-1994) tentou vulgarizar o problema postulado por Hume inventando uma forma de historicismo científico no qual as refutações são modelos de causalidade. Ou seja, ele argumentou que conceitos ou teorias que não podem ser refutados não são científicos – a possibilidade de refutação definiria o que é ciência.

Outros, como o norte-americano Nelson Goodman (1906-1998), buscaram levar o paradoxo de Hume a sério e nele desenvolver o que pode ser denominado de 'teoria da projeção'. Nessa teoria, a causalidade serve basicamente para duas coisas: (1) fazer com que nos sintamos em casa, habituados, na experiência, e (2) nos fazer sentir que podemos prever o futuro. O futuro é menos incômodo, para a natureza humana, quando pode ser parcialmente previsto.

Ao 'puxar o tapete' da causalidade. Hume abre um novo cenário: (1) podemos nos sentir em casa, mas para isso, podemos, no campo da moral, desalojar, pela falsa causalidade, um sem número de indivíduos (aquilo que é feito pelo preconceito moral), e (2) podemos prever o futuro, mas é aconselhável, no campo da ciência projetiva, não nos tornarmos servos de nossas previsões. O paradoxo de Hume, cabe lembrar, é desenvolvido nas circunstâncias de uma filosofia que coloca a natureza humana na cotidianidade, e o problema da moral é ponto de chegada para o questionamento a respeito de nossas crenças causais, porque de alguma forma a sensibilidade à experiência nos torna menos disponíveis aos preconceitos morais.

Não existe o humano sem a possibilidade de vislumbramento da causalidade no mundo, já que a crença causal tem sempre um forte componente de sociabilidade, mas a causalidade exasperada pode tornar o mundo inabitável. A causalidade, para Hume, deve-se ao fato de que a natureza humana se habitua à experiência que a constitui. Nesse processo, a imaginação estabelece relações constantes entre ideias e fenômenos que reconhece. Em última instância, a natureza humana, pelo hábito, pela repetição, inventa a experiência que a constitui.

Já sabemos que existem diferentes modernidades: há uma modernidade com Kant e Max Weber (1864-1920) e outra com os também alemães Georg Hegel (1770-1831) e Karl Marx (1818-1883). Já a modernidade com Hume é bastante outra. Ler Hume, entre outras razões, é relevante para darmos oportunidade a essa outra modernidade, na qual o sujeito é relevante, mas sua soberania é relativa. Interessam ao sujeito as investigações sobre os elementos da experiência capazes de fazer parte de sua constituição, porque há uma indiscernível relação entre o entendimento, a moral, a crítica e a história. Nessa outra modernidade, não há que se identificar finalidades que não levem em conta as paixões, a simpatia e o gosto.

Existe, pois, uma história das representações - imagens, discursos, crenças e cores - do entendimento, da moralidade e do gosto. A modernidade humeana, identificada com a ideia de uma modernidade cética, tem uma origem genealógica nos franceses Pierre Bayle (1647-1706) e, antes, Michel de Montaigne (1533-1592). Nela, a natureza humana não exerce apenas um anseio de ordenar o mundo, mas se define por estar disponível à experiência que a constitui: a natureza humana é disponível ao 'outro' pela simpatia e é disponível ao aprofundamento da experiência pelo gosto. Existe, portanto, um gosto pelo 'outro' e um gosto pela experiência. Na disponibilidade à experiência do 'outro' surge a simpatia e na disponibilidade ao aprofundamento em certas experiências surge a delicadeza da imaginação.

A leitura da obra de Hume é polifônica, como os seus conceitos. A obra principal de Hume, o *Tratado da natureza humana* (de 1739-40), escrito antes que completasse 30 anos, é monumental

#### O PARADOXO DE HUME

Quando dois eventos sempre acontecem um após o outro, as pessoas tendem a crer que o primeiro causa o segundo. Para Hume, essa conclusão não é essencial: a ideia de causa entre os dois eventos é possível apenas pelo 'hábito' de ver a mesma relação entre eles se repetir, e não da essência das coisas. Esse é o paradoxo da causalidade. Segundo o filósofo, não existiria de fato a causalidade, mas apenas a relação constante entre os eventos e nossa expectativa dessa relação, ou seja, crenças causais. Hume acreditava que tais crenças seriam como uma disposição, algo que não poderia ser eliminado nem confirmado por qualquer argumento. À ciência da natureza humana caberia investigar os componentes de nossas crencas causais.

no número de questões mefistofelicamente geniais, mas apresenta um estilo solto e encantador de filosofar ao qual mais tarde o escocês renunciará, adotando um estilo mais sóbrio nas *Investigações sobre* o entendimento humano (1748) e nas Investigações sobre os princípios da moral (1751). Os seus Ensaios morais e políticos (1741-42), igualmente, parecem por vezes apresentar conceitos cuja amplitude traz novos significados a toda a sua obra, como a ideia de gosto. E ainda há a História da Inglaterra, publicado originalmente entre 1754 e 1762, que, talvez, em sua monumentalidade, seja o principal exercício de filosofia pública da história da filosofia.

A polifonia da obra de Hume nos impede de estabelecer qualquer efeito orbital dos *Ensaios* e da *História* em relação ao *Tratado* e às *Investigações*. Sua obra é mais bem explicada pelas ideias de composição e acoplamento. As leituras acabam, por franco estímulo do autor, por fazer desenhos distintos, porque permitem, sem qualquer relativismo, o estabelecimento de distintas e melhores imagens de mundo.

#### Jean Remy Davée Guimarães

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro



# Foi apenas propaganda?

A 15ª Conferência da Convenção de Mudanças Climáticas das Nações Unidas, também chamada de Conferência do Clima, realizada em Copenhagen (Dinamarca), não conseguiu qualquer avanço relevante na questão da redução das emissões de gases que promovem o aquecimento global. A participação do Brasil foi destacada, graças a uma proposta voluntária de controle de emissões, mas no plano interno o governo brasileiro vem adotando medidas que contrariam claramente as posições que assume diante da comunidade internacional.

mundo acompanhou com atenção, entre 7 e 18 de dezembro últimos, a 15ª Conferência das Partes da Convenção de Mudanças Climáticas das Nações Unidas, também chamada de Conferência do Clima ou simplesmente COP-15, que pretendia costurar algum acordo capaz de substituir o Protocolo de Kyoto e estabelecer metas de redução de emissões de gases de efeito estufa pelas nações. Como todos viram, a costura desfiou: não se obteve qualquer acordo relevante, sendo anunciados apenas compromissos voluntários de redução de emissões por alguns países, e não houve consenso a respeito de mecanismos financeiros, isto é, sobre como serão financiadas as adaptações e pagas as mitigações. Os Estados Unidos disseram "No, we can't" e tudo ficou adiado para uma próxima reunião. A intransigência dos países ricos em contribuir para fundos de umas poucas dezenas de bilhões de dólares contrastou dolorosamente com a aprovação, pelo Congresso norte-americano, poucos dias após o encerramento da COP, de um orçamento militar de cerca de US\$ 700 bilhões.

O Brasil teve uma participação destacada no evento. Afinal, somos a oitava economia do mundo, embora estejamos em posição mais destacada do que isso entre os grandes emissores de carbono. Nosso retrospecto socioambiental é incorreto, mas ficamos bem na foto porque anunciamos metas voluntárias de redução de emissões antes do início da Conferência, colocando em posição constrangedora as nações, desenvolvidas ou não, que relutavam em aceitar qualquer tipo de controle. Essa boa 'cartada' não teve efeitos práticos, mas conferiu prestígio ao país.

Na frente interna, o período da COP-15 também foi rico em notícias na área ambiental, entre elas a divulgação de que a agropecuária, segundo estudo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, responderia por até 50% das emissões brasileiras de gases que promovem o aquecimento global. Apesar disso, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, integrante da comitiva brasileira na COP, não deixou de festejar o novo 'mimo' do governo federal, anunciado quando a delegação brasileira já estava em Copenhagen: anistia de multa aos desmatadores e adiamento para 2011 do prazo para que eles atendam às novas normas sobre a reserva legal de vegetação nativa em suas propriedades.

Além disso, na mesma semana em que o Brasil fazia as malas para ir ao evento, com sua megacomitiva de 700 pessoas e suas metas ousadas, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) perdia dois funcionários importantes. Deixaram os cargos o coordenador de Infraestrutura de Energia do Ibama, Leozildo Tabajara, responsável pela avaliação dos estudos ambientais da usina hidrelétrica de Belo Monte, no Pará, e o diretor de licenciamento, Sebastião Custódio Pires. O motivo? O fato de o ministro das Minas e Energia, Edison Lobão, declarar, em 16 de novembro, que o licenciamento ambiental da enorme hidrelétrica, com seus megaimpactos, seria emitido naquela data. Vale lembrar que foi a suposta demora no licenciamento de outras hidrelétricas (no rio Madeira, em Rondônia) que precipitou a saída de Marina Silva do Ministério do Meio Ambiente e do governo, coroada na época com a reestruturação do Ibama, que visou dotar esse órgão de maior agilidade na deglutição de sapos.

Por ironia, tanto a ex-ministra Marina Silva quanto Dilma Roussef (atual ministra-chefe da Casa Civil e ex-ministra das Minas e Energia) estiveram presentes na COP-15. Silva teve atuação discreta e Roussef cometeu um ato falho esplêndido, ao declarar que o meio ambiente é uma ameaça ao desenvolvimento sustentável. A falha foi compatível com o histórico de conflitos para o licenciamento ambiental das obras do chamado Programa de Aceleração do Crescimento (do qual a ministra é uma das gestoras), em que os tratores com frequência esticaram a viagem e passaram por cima da área técnica do Ibama e da oposição de comunidades locais.

Uma semana após o encerramento da COP, o ministro Edison Lobão aproveitou os holofotes da mídia para se queixar, em dois dias seguidos, que se vê obrigado a mendigar as licenças ambientais para os projetos de sua pasta

# Somos a oitava economia do mundo, embora estejamos em posição mais destacada do que isso entre os grandes emissores de carbono

e que precisa aguentar a demora e o mau humor do Ibama, alegando que, se isso continuar, será obrigado a liberar a instalação de usinas termoelétricas, 'sujando' a nossa matriz energética. Tais queixas, recorrentes e amplamente divulgadas, estendem uma cortina de fumaça que nos impede de ver o óbvio: os aspectos ambientais não fizeram parte do planejamento dos projetos do PAC. Do contrário, alguns deles jamais sairiam da prancheta.

A usina de Belo Monte, próxima a Altamira (PA), no rio Xingu, conseguiu ser mais emblemática nesse aspecto que as já polêmicas usinas de Santo Antonio e Jirau, no rio Madeira, em Rondônia. Belo Monte será nada mais, nada menos, que a terceira maior hidrelétrica do mundo, com 11 mil megawatts de potência prevista. Ela frequenta as páginas de economia (Custará R\$ 7 bilhões ou R\$ 30 bilhões? Terá mesmo a potência anunciada?), de política (A licença vai sair ou não? O Ibama será reestruturado outra vez?), mas não são conhecidos mapas ou esquemas oficiais que expliquem direito o projeto, o que também acontece com as usinas do rio Madeira. Esquecimento ou estratégia? Fico com a segunda opção: a falta de informação torna bem menos óbvio o motivo do mau humor do Ibama.

Se alguém quiser entender o tamanho da encrenca, no caso de Belo Monte, bastam dois cliques em páginas de busca na internet: aparecem mapas, esquemas e dados, todos fornecidos por or-

ganizações ambientalistas. Mesmo para um entendedor medíocre, meia olhada basta: em área de megadiversidade, será alagada uma área de floresta de pelo menos 400 km² e uma volta inteira do rio, a chamada Volta Grande, com cerca de 140 km, vai secar. Isso mesmo: a proximidade e o desnível entre dois pontos do rio serão aproveitados para implantar um 'atalho' entre eles. Com um detalhe nada desprezível: isso afetará nove povos indígenas. Eles certamente entenderam o projeto bem antes de nós.

Mas o que tudo isso teria a ver com a Conferência do Clima? Tudo. Nenhum desses megaprojetos polêmicos é necessário para gerar a energia extra de que o Brasil precisa. Bastaria trocar as turbinas das hidrelétricas existentes por outras, mais potentes e eficientes - é o processo de repotenciação, que nem exige licenciamento ambiental. O problema é que, sem as novas e gigantescas obras, menos carbono seria emitido para a atmosfera, mas seriam gerados menos empregos e negócios, o que não é nada bom na política, especialmente em período pré-eleitoral. É por conta dessa 'fuga para a frente', movida por interesses de curto prazo e repetida à exaustão e em escala global, que os seres humanos conseguiram a façanha de alterar o clima, em escala também global.

Mesmo com esse panorama interno, o Brasil ficou 'bem na foto' na Conferência de Copenhagen. Os outros países devem mesmo estar muito mal.

# A história de um sucesso

#### A solução de Poincaré

**Donal O'Shea** 

Rio de Janeiro, Record, 352 p., R\$ 49

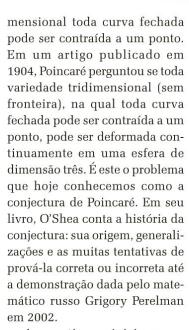
s problemas são o cerne da matemática, mas "há problemas que se põem por si próprios e problemas que nós inventamos". A frase deve-se a Henri Poincaré (1854-1912), um dos maiores matemáticos que a França (e o mundo) já produziram; o mesmo Poincaré cujo nome dá título a este livro. Problemas inventados, todos conhecemos de nossos anos de escola, mas são os primeiros, aqueles cuja solução ilumina o entendimento, que nutrem a matemática. A conjectura de Poincaré, de que trata este livro, é um destes últimos problemas.

Essa conjectura é parte da topologia, a área da matemática na qual se estudam as propriedades que não mudam quando deformamos um objeto de maneira contínua. Uma dessas propriedades é a seguinte. Desenhe, sobre a superfície de uma esfera, uma curva fechada. Agora, imagine-se puxando a curva através de um de seus pontos, como se fosse uma linha, e o ponto um furo. Não importa como a curva seja desenhada, sempre podemos puxá-la, até desaparecer completamente, tragada pelo ponto. Contudo, uma curva desenhada sobre um toro (por exemplo, uma câmara de ar cheia) laçando-o, não pode ser completamente contraída. É por isso que é fácil

carregar uma câmara de ar amarrando-a com um barbante que dá apenas uma volta, mas é muito difícil fazer isso com uma bola, porque o barbante tende a "fugir pelos lados". Poincaré mostrou que uma superfície sobre a qual qualquer curva fechada possa ser encolhida num ponto, mantém essa propriedade quando é deformada continuamente. Como ela é falsa para o toro, isso significa que não é possível deformá-lo de modo a torná-lo uma esfera.

Até agora tratamos com superfícies, que são objetos de dimensão dois; seu equivalente tridimensional é chamado de variedade tridimensional. É difícil imaginar que possa haver variedades tridimensionais diferentes do espaço que habitamos, mas elas existem. Uma dessas é o equivalente tridimensional de uma esfera. Não se trata, contudo, de uma esfera sólida porque, ao caminharmos do centro para a periferia de uma esfera sólida, acabamos saindo da esfera; coisa que não acontece em uma esfera tridimensional. Da mesma maneira como alguém que se move sobre uma superfície esférica nunca sai dela, podemos nos mover livremente em uma esfera tridimensional sem nunca correr o risco de cair fora dela.

Como no caso da superfície esférica, também na esfera tridi-



A narrativa se inicia com a descoberta da forma da Terra na antiga Grécia, donde passamos a um rápido estudo sobre os vários possíveis tipos de superfícies e sua classificação, que desemboca, no capítulo 4, em uma introdução à noção de variedade tridimensional. No capítulo 5 inicia-se uma história da geometria que nos conduzirá de Euclides aos trabalhos de Klein e Poincaré no final do século 19, com destaque para a magnífica obra de



[matemático alemão Bernhard] Riemann [1826-1866] (capítulos 7 e 8). Pode parecer curioso que um livro que trata de uma conjectura topológica (na qual distâncias não fazem sentido) se alongue tanto sobre a história da geometria (que é a própria ciência da medida de distâncias). Entretanto, isso se justifica porque o enfoque que levou à solução da conjectura é essencialmente geométrico.

Os capítulos seguintes tratam da conjectura de maneira mais direta, começando pelos artigos topológicos do Poincaré. Somos, então, convidados a considerar as muitas tentativas feitas para provar a conjectura e suas generalizações em dimensões maiores. Finalmente, chegamos a Perelman e à solução da conjectura. A surpresa final é que, apesar de ter sido agraciado com a Medalha Fields, o mais importante prêmio que um matemático pode receber, Perelman o rejeitou. Em suas palavras: "O prêmio era completamente irrelevante para mim. Todo mundo entendeu que se a demonstração fosse correta, nenhuma outra forma de reconhecimento seria necessária."

O livro narra essa história de maneira absorvente, representando a matemática como uma atividade viva e os matemáticos como seres humanos dos mais variados, sujeitos a derrotas e vitórias como quaisquer outros. A tradução é muito bem feita e a impecável revisão técnica faz com que a nomenclatura matemática seja corretamente utilizada ao longo de todo o texto, coisa raramente vista em um livro dessa natureza publicado no Brasil.

#### Severino Collier Coutinho

Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro O papagaio-cinzento e as palavras

Alex e eu

**Irene Pepperberg** 

Rio de Janeiro, Record, 240 p., R\$ 39,90

rene Pepperberg, amiga e estudiosa de Alex, o papagaio-cinzento, relata neste livro que Michael Tomasello, diretor do Instituto Max Planck de Antropologia Evolutiva, em Leipzig (Alemanha), costumava terminar palestras afirmando que a cognição complexa em seres humanos se origina unicamente do cérebro de primatas e que, depois, erguendo as mãos, dava como exceção Alex, "aquele pássaro danado!".

É impressionante o quanto o "pássaro danado", Alex, é conhecido. Seus feitos na aquisição e no uso de palavras foram e continuam sendo divulgados na mídia, e sua morte, em setembro de 2007, comoveu a opinião pública. Ele faz parte do rol de animais - os chimpanzés Washoe e Lana, o bonobo Kanzi, o golfinho Akeakamai - treinados a compreender e produzir sinais de forma análoga à linguagem humana. Na Universidade de São Paulo, temos trabalhado com a cadela Sofia que aprendeu a expressar desejos usando símbolos num teclado. O desempenho 'linguístico' desses animais cativa a imaginação e recupera antigas fantasias a respeito da linguagem dos animais.

Alex e eu (em tradução brasileira sofrível) é um relato do relacionamento afetivo e científico entre Pepperberg e sua ave. Papagaios-cinzentos conseguem pronunciar palavras que imitam das pessoas, mas poderiam Aprender a falar? Responder a essa pergunta foi o desafio que Pepperberg, formada em química mas entusiasmada pela questão da mente animal, se propôs enfrentar.

Tudo começou com o gosto de Alex em mastigar papel: foi só associar a palavra paper com o oferecimento de papel e exigir do animal que pronunciasse, cada vez melhor, essa palavra. Pepperberg e seus estudantes usaram, como pedagogia, uma espécie de jogo de competição: uma pessoa pedia a outra que nomeasse um objeto, recompensando acertos e repreendendo erros; o papagaio observava e entrava na brincadeira.

Seguimos, ao longo dos capítulos, os progressos de Alex, relatados de modo simples, muitas vezes sob a forma de anedotas bastante divertidas. Alex aprendeu, entre outras coisas, a designar cores, formas (four-corner wood, ou seja 'quadrado de ma-

#### RESENHA

deira'), materiais (wool - 'la'), objetos (key, cork, respectivamente 'chave' e 'rolha'), numa pronúncia que a análise sonográfica mostra ser semelhante à pronúncia do inglês. Mas o que surpreende é sua capacidade de abstração. Diante de, por exemplo, um triângulo azul, Alex era capaz de dizer blue se perguntado sobre a cor e three-corner wood ('triângulo de madeira') se perguntado a respeito da forma. Era também capaz de mencionar em que dimensão objetos dentro de um conjunto eram iguais ou diferentes; discriminava quantidade, dava o número (de um a seis) de objetos apresentados e conseguia 'quantificar' dessa maneira conjuntos de objetos apresentados em sucessão, como se fosse capaz de efetuar uma soma.

Também surpreendem os relatos de Pepperberg a respeito das aprendizagens espontâneas de Alex, num contexto de interação social: seu uso de no em momentos de recusa, I'm sorry quando repreendido, wanna go back quando entediado com o treinamento e desejoso de ir para sua gaiola, a sua criação de termos, como banerry para designar maçãs, uma suposta junção de banana com cherry ('cereja'). Alex, como outros animais de estimação, manipulava as pessoas em função de seus desejos: want a nut ('quero uma noz') era frequente. Curioso era o seu hábito, à noite e em momentos de descanso do treino, de repetir ludicamente palavras recém-aprendidas, como se estivesse praticando. Alo, Kyo, Griffin, outros papagaios-cinzentos admitidos no laboratório, não provaram ser tão espertos quanto Alex, embora em certos momentos ele tivesse atuado como tutor.

Os resultados obtidos com Alex, publicados em revistas de renome, chocaram-se, e ainda chocam-se, com o ceticismo de parte da comunidade científica. O ceticismo decorre do entusiasmo com o qual Pepperberg acredita encontrar continuidade entre os feitos de Alex e a linguagem humana. Desde os primórdios da psicologia comparativa, afirmações relativas a desempenhos excepcionais em animais geram críticas conceituais e metodológicas. Uma delas tem a ver com a possibilidade de o pesquisador, inadvertidamente, ter influenciado o comportamento de seu animal na direção de suas hipóteses preferidas (efeito Clever Hans); outra centra-se na representatividade, supostamente baixa, de estudos feitos com um ou poucos animais. Essa atitude crítica talvez tenha sido um dos motivos pelos quais Pepperberg teve dificuldade, ao longo de sua carreira, em obter auxílios para a sua pesquisa e ser aceita em cargos efetivos nas universidades de seu país. Seu livro é uma longa e sentida acusação ao sistema.

Não se trata de optar entre uma concepção que identifica cabalmente a comunicação adquirida de animais à linguagem humana e outra que a relega ao domínio dos mecanismos simples de condicionamento. No espaço que se abre entre esses posicionamentos, situa-se o desafio de descobrir e analisar os processos cognitivos complexos por meio dos quais animais lidam com o seu mundo social e que levam alguns deles a estabelecer uma interação privilegiada com o ser humano. Alex e o seu uso das palavras chamam nossa atenção para uma capacidade cognitiva especial e inesperada. Vale a pena conhecer.

#### César Ades

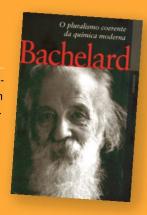
Instituto de Psicologia e Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo

#### O pluralismo coerente da química moderna

#### **Gaston Bachelard**

Rio de Janeiro, Contraponto, 212 p., R\$ 38

Considerado o pai da epistemologia contemporânea, Gaston Bachelard (1884-1962) organiza aqui um "ensaio de filosofia química", como explica o próprio autor na apresentação do livro. O ponto de partida para sua reflexão é a constatação da infinita variedade dos fenô-



menos químicos: "o problema filosófico da diversidade", em suas palavras. Em seguida, Bachelard encadeia uma série de argumentos para explicar como o empirismo fez surgir classificações que, de certa forma, colocaram uma espécie de ordem em meio ao caos da química. O estopim para que essa harmonia se concretizasse, afirma ele, é o nascimento da matemática química, que trouxe de sua ciência os conhecimentos acerca de combinações, arranjos, conjuntos etc. Este é um livro complexo, que provavelmente irá interessar mais de perto os iniciados no estudo da química e da matemática, bem como os estudiosos de história da ciência.

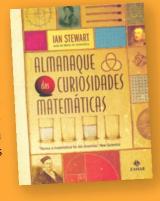
# Almanaque das curiosidades matemáticas

#### **Ian Stewart**

Rio de Janeiro, Zahar, 316 p., R\$ 39,90

Por que não se pode dividir um número por zero? Por que menos com menos dá mais? Como a matemática tentou provar que Deus existe? Essas são algumas das mais de 170 questões abordadas de forma simples e bem humorada nesta obra. O autor, matemático e colunista da revista de divulgação científica norte-americana *Scientific* 

American, usa a ciência dos números para falar de uma série de temas, como teoria do caos, fractais, efeito borboleta e o último teorema de Fermat, entre outros. Fazendo uso de jogos, quebra-cabeças, adivinhações e truques, Stewart transforma esses assuntos complexos em uma leitura prazerosa.



#### NO FXTERIOR

#### Patagônia submarina

#### Héctor Elias Monsalve e Pablo Enrique Penchaszadeh

Buenos Aires, ed. Larivière, 200 p., 210 pesos (R\$ 100)

Anêmonas, medusas, caranguejos, caracóis, moluscos, polvos, estrelas-do--mar, peixes, baleias, lobos-marinhos – o ecossistema do mar da Patagônia é o tema deste livro assinado pelo fotógrafo Héctor Monsalve e o biólogo ma-

rinho Pablo Penchaszadeh, da Universidade de Buenos Aires. O resultado é a soma de imagens de grande beleza e informações precisas sobre a extraordinária biodiversidade dessa região submarina. Buscando representar tanto espécies comuns como pouco frequentes, os autores apresentam uma sequência que vai de organismos menos complexos até os mamíferos. Se fragmentos de poemas relativos ao mar se espalham pela obra, ao final o leitor encontra uma lista com o nome dos animais fotografados e das localidades onde ocorrem. O objetivo é despertar a curiosidade pela rica biota marinha argentina, ainda pouco conhecida, reforçando a necessidade de preservação dos ambientes costeiros. Para adquirir um exemplar, entrar em contato com Paula A. Blanco (pab@retina.ar), da revista Ciencia Hoy. O custo de envio é de aproximadamente US\$ 25 (R\$ 46).



#### A arte do efêmero **Nilton Santos**

Rio de Janeiro, Apicuri, 200 p., R\$ 35

O papel do carnavalesco é o tema do antropólogo Nilton Santos, que, por meio de entrevistas e histórias de vida, constrói um rico painel sobre carreiras e trajetórias de carnavalescos de diferentes estilos e característi-cas. O livro, cuja origem foi sua tese de doutorado no Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio de Janeiro, é centrado no carnaval carioca. Entre outros temas, o autor



discute a capacidade de articulação social dos carnavalescos, as mediações socioculturais entre diferentes bairros e regiões da cidade, a profissionalização e a constituição de individualidades artísticas. Santos debate, ainda, os caminhos dessa arte que, como diz um dos personagens de seu livro, "é feita para ser destruída". Segundo a antropóloga Maria Laura Viveiros de Castro Cavalcanti, a obra "traz questões instigantes para todos aqueles que se interessam pela festa popular e pela cultura brasileira".

#### Plantas usuais dos brasileiros Auguste de Saint-Hilaire (Org. Maria das Graças Lins Brandão e Marc Pignal)

Belo Horizonte, Dataplamt - UFMG, 392 p. R\$ 30

Entre 1816 e 1822, o naturalista francês Saint-Hilaire (1779-1853) percorreu o território do Brasil e fez uma descrição minuciosa das paisagens e dos costumes brasileiros. Nesta obra, traduzida pela primeira vez para o português, o autor reúne descrições botânicas, localizações e usos de 70 espécies nativas do país. Além de apresentar os usos medicinais e alimentícios, Saint-Hilaire levanta também possibilidades



de aproveitamento econômico de várias plantas. Já em 1824, ano da publicação original do livro, ele denunciava a destruição da vegetação nativa por parte dos habitantes das regiões visitadas e previa o quadro atual de perda irreversível de espécies do cerrado e da Amazônia.

#### Oleaginosas da Amazônia **Celestino Pesce**

Belém, Museu Goeldi, 334 p., R\$ 60

Um clássico da botânica brasileira, Oleaginosas da Amazônia apresenta 84 espécies diferentes de plantas, juntamente com seus cultivos, manejos e usos industriais em uma edição luxuosa. Papel reciclado, ilustrações em papel vegetal, cuidado e esmero no tratamento das imagens e do texto compuseram um livro atraente tanto para especialistas quanto para leigos no assunto. Depois de 60 anos de sua primeira edição, a obra de Celestino Pesce, pesquisador pioneiro das riquezas da Amazônia, ganha atualizações e descrição das espécies, bem como revisão dos dados físico-químicos de cada uma delas. Para comprálo, entrar em contato com o Museu Paraense Emilio Goeldi pelo telefone (91) 3219-3317.



#### Limite de encolhimento

Sou técnico têxtil, (...) com especialização em química têxtil e fibras químicas. O professor Leonardo Garcia (CH 263) está correto em sua explanação sobre o problema do encolhimento em roupas confeccionadas com tecidos de algodão. Contudo, gostaria de esclarecer que as fábricas de tecido trabalham com um limite de encolhimento para seus produtos que o Inmetro [Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial] deveria fiscalizar, para garantir os direitos do consumidor. Assim, foi convencionado que, para tecidos sintéticos (...), o encolhimento máximo é de 2%, na largura ou comprimento das peças, e que para os tecidos de algodão, o limite de encolhimento aceitável é de 6%. Diante disso, o consumidor tem respaldo para não aceitar produtos que apresentem encolhimento superior aos limites acima, podendo solicitar substituição de peças ou mesmo ressarcimento do dinheiro pago.

José das Graças Gonçalves da Silva Belo Horizonte, MG

#### Fim dos cemitérios

Sou assinante da revista e quero agradecer pelos excelentes artigos. No texto referente à poluição dos cemitérios (*CH* 263, artigo de capa), creio que o melhor seria a substituição desses locais por crematórios. Deveria haver alguma resolução nesse sentido.

André Luiz da Costa Curitiba, PR

#### **Outros poluentes**

Fiquei surpresa e satisfeita pela reportagem sobre contaminações por necrochorume de cemitérios. Não costumo ver esse tema enfocado pela revista. Como geóloga, trabalho há 10 anos

#### Correção

• A escritora Herta Müller, ganhadora do prêmio Nobel de Literatura em 2009, estudou na Universidade de Timisoara as literaturas romena e alemã, e não romana e alemã, como saiu publicado (CH 266, p. 26).

com contaminações e há pelo menos cinco com a questão de vazamentos em pontos de distribuição de combustíveis líquidos. Considerando o universo e a idade dos empreendimentos que armazenam e comercializam gasolina, diesel e álcool no Brasil e, ainda, os altíssimos riscos decorrentes da presença de hidrocarbonetos no solo e na água, pode-se facilmente imaginar quantas pessoas afetadas já existem. Além de faltar controle do número de poços de captação de água subterrânea, não se exige análise da integridade da água para os parâmetros de hidrocarbonetos, e não se estabelece nexo causal entre tipo de câncer e áreas contaminadas. Por isso, prosseguimos sem estatísticas confiáveis sobre o assunto.

Katia Siedlecki Curitiba, PR

#### Freud e Jesus

Sou um admirador de Freud e acho que ele foi uma das pessoas que mais contribuíram para o desenvolvimento da humanidade, junto com Jesus. As pessoas deveriam conhecer mais suas ideias. Sugiro que a revista publique reportagens sobre o pensamento de Freud e o impacto social das ideias de Jesus, desde o início do cristianismo. Creio que ambas as reportagens seriam muito interessantes, e poderiam ser adaptadas também para a versão infantil da revista.

Erico Tachizawa Por correio eletrônico

As sugestões estão anotadas.

#### Correção reforçada

Aprecio muito a revista. Sou biólogo e professor na área, e utilizo constantemente matérias da revista em sala de aula. Até por isso indico um erro publicado no texto 'Invasores de corpos' (*CH* 261, p. 18). O artigo cita, como método de identificação das bactérias encontradas na pele, a análise do RNA mitocondrial. Sei que a biologia, como costumo dizer, é uma ciência cheia de exceções, sendo muitas vezes difícil afirmar algo com absoluta certeza; mas entendo que somente células eucarió-

ticas (que têm envoltório nuclear) têm mitocôndrias. Gostaria que uma explicação para o fato fosse publicada. Pablo Aaron G. F. dos Santos Viçosa, MG

☑ O leitor está correto: apenas as células eucarióticas (o que não é o caso das bactérias) têm mitocôndrias. Houve um equívoco na redação da nota. Como já informamos em edição anterior, o RNA das bactérias foi obtido em organelas denominadas ribossomos. Agradecemos as mensagens de outros leitores apontando a incorreção.

#### Idade das rochas

Parabenizo-os pela excelente publicação que é a CH. Minhas aulas são bastante enriquecidas pelos assuntos abordados na revista. Creio que um pequeno deslize ocorreu na seção 'O leitor pergunta', na CH 265 (p. 9). No texto, está: "Com o passar do tempo, esse elemento (urânio) decaiu gerando chumbo (elemento-filho). Assim, mede-se a razão atual entre o elemento-pai e o elemento-filho. Quanto maior essa razão, mais antiga é a rocha, pois mais tempo se passou e mais elemento-filho foi gerado." Se a proporção de chumbo aumenta na amostra enquanto a proporção de urânio diminui, a relação entre elemento-pai e elemento-filho deve diminuir. Assim, creio que o temo 'maior' deveria ser trocado por 'menor'.

Fábio Sampaio Marques Mogi Mirim, SP

O leitor está correto. Quanto menor a razão, mais antiga é a rocha.

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

**CORREIO ELETRÔNICO:** 

cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

# Retrato de um matemático quando jovem

#### Marco Moriconi

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

ma das anedotas clássicas da matemática é sobre o grande matemático alemão Carl Friederich Gauss (1777-1855) quando pequeno – em idade! Ela é contada e recontada, esticada e exagerada, mas sabe-se que o próprio Gauss a divulgava com algum júbilo. Portanto, a tomamos como verdadeira.

Pouco depois de Gauss completar sete anos, ele entrou em uma escola pública e começou a ter aulas de aritmética. A sala do pequeno Gauss não era muito bem cuidada, e estava lotada de alunos, mais de 100. Certa vez, o professor, *Herr* Büttner, decidiu passar um exercício para ocupar seus alunos: somar os números inteiros de 1 a 100. Assim que o estudante terminasse o exercício, deveria deixar sua pequena lousa – lembrese, era 1784 – virada de cabeça para baixo na mesa de Büttner, que as conferiria em ordem de chegada.

Mal Büttner enunciou o problema, Gauss colocou sua lousa na mesa do mestre, tendo supostamente dito: "Aqui está." Após todos terminarem, Büttner conferiu os resultados, e Gauss estava certo: a soma é 5.050. Sua lousa, no entanto, tinha apenas esse número escrito. Muitos dos outros alunos fizeram cálculos complicados, mas erraram... Alguns, diz-se, acertaram, depois de árduo trabalho.

Como Gauss soube a resposta tão rapidamente?

Há várias maneiras rápidas de se fazer essa soma. Todas engenhosas. Porém, a de Gauss, levando-se em conta ele ter só sete anos, impressiona.

Imagina-se que Gauss tenha procedido assim. Queremos encontrar a soma 1+2+3+...+98+99+100. Em vez de somarmos sequencialmente 1+2=3; 3+3=6; 6+4=10; etc., ele teria notado o seguinte: ao emparelharmos os números desse modo (1+100)+(2+99)+(3+98)+..., notamos que a soma de cada termo entre parênteses é igual a 101. E quantos são os

#### **DESAFIO**

Suponha que o Sr. Büttner tivesse pedido para somar os números inteiros de 1 a 99. Muda algo em relação ao raciocínio empregado por Gauss? Quanto é a soma?

pares que fizemos? O último par será (50+51). Assim, a soma que Büttner pedira é igual ao número de pares multiplicado pelo valor da soma de cada par, ou seja,  $50 \times 101 = 5.050$ .

Que tal? Simples, rápido e elegante.

Como dissemos, sabe-se que a história é verdadeira, mas não se conhecem os detalhes dela. Em um artigo em homenagem a Gauss, publicado um ano após sua morte, o alemão Wolfgang Sartorius (1809-1876), professor de mineralogia e geologia na mesma instituição de Gauss, a Universidade de Göttingen (Alemanha), conta a história, mas diz apenas que o problema era "somar uma progressão aritmética". Só em 1938 surgiu um relato no qual se diz explicitamente que os alunos deveriam somar os números de 1 a 100, citando a sugestão do método que Gauss teria usado.

O leitor pode encontrar mais detalhes sobre essa história no artigo (em inglês), do jornalista científico Brian Hayes, disponível em www.americanscientist. org/issues/pub/gausss-day-of-reckoning/1.

Podemos não ter certeza sobre as minúcias da história, mas algo sabemos ser verdade: naquela pequena sala, desorganizada, com estudantes em excesso, estava um dos grandes matemáticos de todos os tempos, que deu contribuições fundamentais em quase todas as áreas da matemática, inclusive a aritmética.

#### SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

Para o caso de um monte de 32 pedrinhas, o primeiro jogador retira duas delas, restando 30. Para cada jogada do segundo jogador, que vai retirar n pedrinhas, o primeiro deverá tirar 5 - n. Como o segundo tira de uma a quatro pedrinhas, o mesmo vale para o primeiro. Assim, o montinho diminui de cinco em cinco, indo de 30 para 25, para 20... até cinco. Nesse momento, qualquer que seja a jogada do segundo jogador, o primeiro pode limpar a mesa.

# Como lidar com nosso legado sombrio?



#### **Renato Lessa**

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

ma onda de transições para democracia – ou para regimes mais abertos – esteve presente, em diversos países, nas décadas de 1970 e 1980. Tudo começou com a Revolução dos Cravos, em Portugal, em 1974. Com ela, uma das mais antigas e renitentes ditaduras do mundo contemporâneo teve seu fim decretado. Espanha, Grécia, Turquia, Brasil, Chile, Argentina, Uruguai, África do Sul, entre outros, viriam, até a década seguinte, somar-se à iniciativa portuguesa.

Lá pelo fim do século passado, a 'contabilidade' democrática, se comparada aos sombrios anos 1960 e 1970, andava em alta. A maioria dos países, com efeito, contava com instituições convencionalmente designadas como representativas e sustentadas em algum tipo de participação e legitimação eleitoral. Os politólogos passaram a utilizar o termo – um tanto otimista - "consolidação" para designar o processo que sucedeu a inauguração dos novos regimes pós-autoritários. Tentar consolidar um experimento democrático exige, por certo, o enfrentamento de inúmeros novos desafios: criar novas instituições, desenvolver valores apropriados aos novos tempos, estruturar sistemas de proteção social etc. Mas, ainda que vários desafios se apresentem com vistas ao futuro, há um passado que não pode ser abolido pelo esquecimento.

Todos esses países abrigaram durante muito tempo graves abusos e crimes contra os direitos humanos.

Assassinatos, desaparecimentos, tortura, entre outras práticas, podem ser encontrados com facilidade no prontuário dos regimes aos quais estiveram submetidos. O modo de lidar com esse passado comum variou entre os diferentes países.

A Argentina tomou como referência, com idas e vindas, o tema da verdade e da justiça, o que levou ao julgamento e à condenação dos envolvidos com violações de direitos humanos. O triste escore de 5 mil

mortos e desaparecidos e a derrota cabal do regime militar não deram margem a contemporizações. Naquele país, nem os ex-presidentes da República escaparam de processo. Um deles foi condenado e submetido, devido à idade, a prisão domiciliar.

A África do Sul inovou na matéria a partir da criação de Comissões de Verdade e Reconciliação. Por meio delas, perpetradores e vítimas do regime do apartheid apresentavam suas versões a respeito das violações dos direitos humanos. O perdão aos torturadores e envolvidos em crimes contra a humanidade foi condicionado à admissão por parte dos mesmos daquilo que fizeram. O lema adotado naquele país, para lidar com a chamada 'justiça transicional', foi, de modo claro e evidente, "nós perdoamos, mas não esquecemos". Em outros termos, a lembrança e o pleno conhecimento sobre o que se passou é condição para o perdão e a anistia.

O Brasil é, com frequência, apontado por especialistas como um caso de *blanket amnesty*, ou seja, anistia encoberta. A Lei de Anistia, de 1979, perdoou parte dos processados e perseguidos pelo regime autoritário e pretendeu encobrir os perpetradores e responsáveis pelos órgãos de repressão com a extensão do perdão aos praticantes dos chamados "crimes conexos". Com isso pretendeu-se encerrar no passado episódios de violação de direitos humanos.

O debate aberto recentemente a respeito da questão deve ser compreendido à luz de uma visão geral quanto ao significado da justiça transicional. O modo de lidar com o passado é um excelente preditor do modo pelo qual estamos dispostos a lidar com o futuro. Entre as alternativas extremas de punir e processar torturadores e deixar tudo como está, talvez seja o caso de levar a sério a anistia e estendê-la a todos. A condição inegociável para tal, no entanto, é a completa publicidade. Por razão lógica, só é anistiável quem cometeu algum ato contra alguém, em algum lugar e em algum momento. A anistia aos "criminosos conexos" exige, portanto, que saibamos o que fizeram e contra quem.

A lembrança
e o pleno
conhecimento
sobre o que se
passou é condição
para o perdão
e a anistia