# Ciênciahole

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SBPC

253



VOL. 42 OUTUBRO 2008 R\$ 9,95

#### ÁGUAS NO SUBSOLO

Estudos sobre aqüíferos derrubam o mito dos rios subterrâneos

#### **PSEUDO-ESCORPIÕES**

Diminutos aracnídeos vivem em sociedade no cerrado brasileiro



TURBULÊNCIA

# Novo marco para o uso de animais em pesquisas

O Senado Federal aprovou no dia 9 de setembro, em votação simbólica, a lei que regulamenta a criação de animais para fins científicos e seu uso em atividades de ensino e pesquisa, resultante de iniciativa legislativa do deputado Sergio Arouca, falecido há cinco anos. O nome que carrega – Lei Arouca – é justa homenagem à trajetória daquele cientista e militante incansável da causa da saúde pública no Brasil. A lei estabelece o marco no qual o uso de animais para fins científicos é permitido e encerra um período de anarquia legislativa, no qual, por diversas vezes e por determinação de câmaras municipais, como as do Rio de Janeiro (RJ) e de Florianópolis (SC), atividades de pesquisa ficaram ameaçadas.

O caso do Rio de Janeiro foi o mais notável. Nele, uma lei votada pela Câmara, com atropelo dos procedimentos habituais, proibiu o uso de animais para pesquisa na cidade, comprometendo o trabalho de instituições federais, como a Fundação Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz). A nova lei, que agora segue para sanção presidencial, ao mesmo tempo em que nos afasta do obscurantismo da proibição de pesquisas, inova na criação de um Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (Concea). Presidido pelo ministro da Ciência e Tecnologia e com vasta representatividade, o Concea credenciará instituições para a criação e a utilização de animais destinados a fins científicos e estabelecerá normas para essas atividades.

Trata-se de uma importante vitória da comunidade científica, em particular, e do país, em geral. As normas agora propostas asseguram a continuidade do trabalho dos pesquisadores, incorporam ao processo regulatório atores importantes e, em continuidade com a praxe de várias instituições de pesquisa, conferem atenção aos princípios éticos para o uso de animais em pesquisa científica.

Renato Lessa Presidente do Instituto Ciência Hoje INSTITUTO CIÊNCIA HOJE • Organização Social de Interesse Público da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. O Instituto tem sob sua respon-

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

#### DIRETORIA

Diretor Presidente • Renato Lessa (IUPERJ)

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

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

#### CIÊNCIA HOJE • SBPC

Editores Científicos • Ciências Humanas e Sociais — Maria Alice Rezende de Carvalho (Departamento de Sociologia e Política/PUC-RIO) e Ricardo Benzaquen de Araújo (IUPERI) • 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))

#### REDAÇÃO

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, Igor Waltz e Mariana Ferraz; Colaborou neste número • Guilherme de Souza e Thaís Fernandes; 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 Viviane 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 Paraná

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

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

#### REPRESENTAÇÕES

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

#### REPRESENTANTES COMERCIAIS

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

9972-0741. Fax: (0xx61) 226-1824 PRODUÇÃO • Maria Elisa C. Santos; Irani Fuentes de Araújo RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana

RECURSOS HUMANOS • Luiz Tito de Santana EXPEDIÇÃO • Gerente • Adalgisa Bahri IMPRESSÃO\_• Ediouro Gráfica e Editora Ltda.

DISTRIBUIÇÃO • Fernando Chinaglia Distribuidora S/A

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



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, é uma entidade civil sem fins lucrativos, voltada para a promoção do desenvolvimento científico etecnológico no país. **Sede nacional**: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP. Tel.: (oxx11) 3259-2766 e Fax: (oxx11) 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

#### 38 Desafios da turbulência

Um dos problemas mais desafiadores da física atual é um fenômeno comum em nosso dia-a-dia, a turbulência, observada, por exemplo, no jato de água na torneira ou na trepidação de um avião durante o vôo. A grande dificuldade de entendê-la fez com que fosse chamada de 'o último dos problemas clássicos' em aberto.

Por Luca Moriconi

### 18 Rios subterrâneos: mito ou realidade?

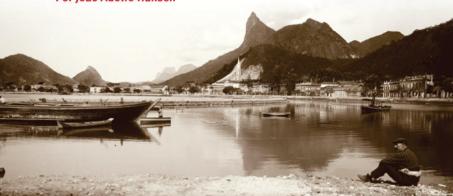
A idéia de usar reservas de águas subterrâneas, os aquíferos, para abastecer grandes cidades pode reforçar uma noção incorreta: a de que tais águas 'correm' como rios dentro da terra. Na verdade, estão contidas em rochas, o que exige estudos geológicos para otimizar a extração e evitar contaminação.

Por Celso Dal Ré Carneiro, Heraldo C. N. S. Campos e José Luiz G. de Mendonça

# 26 Representação e avaliação na literatura de Machado de Assis

As narrativas de ficção têm as funções de representação e avaliação. A primeira é o mundo imaginário criado pelo autor; a segunda é seu juízo sobre a história, que comunica ao leitor no estilo. A partir de *Memórias póstumas de Brás Cubas*, principalmente, Machado de Assis passou a integrar a representação e a avaliação em suas histórias.

Por João Adolfo Hansen





**Capa:** Foto de William Radcliffe/ Science Faction/Getty Images



# 32 A sociedade secreta dos pseudo-escorpiões

Embora existam em grande número, os pseudo-escorpiões, 'parentes' dos escorpiões verdadeiros e das aranhas, quase não são vistos, porque são pequenos e vivem escondidos. Uma espécie brasileira vive em sociedade, algo raro entre esses animais, e exibe comportamentos surpreendentes.

Por Everton Tizo-Pedroso e Kleber Del-Claro

- 4 Se a fermentação do pão produz etanol, por que esse álcool não explode ou queima no forno?
- 4 Como são feitos e como agem os soros contra picadas de animais?
- 5 Qual a melhor forma de recolher e reciclar pilhas e baterias e que prejuízos o descarte pode provocar no meio ambiente?
- 5 Quais os efeitos da carnitina no organismo?

ENTREVISTA

6 O inventor do ômega

**Gregory Chaitin** 

Matemático fala de suas descobertas e do trabalho científico na área

MUNDO DE CIÊNCIA

10 Matemática: a importância do lar

Ambiente de casa na infância é decisivo para a aptidão nesse campo

A PROPÓSITI

17 Aos pobres, algemas e parasitos

Solução para a esquistossomose existe, mas falta vontade política

EM DIA

45 Obrigado por não fumar

Fumaça de cigarros mata sete não-fumantes por dia no país

46 Novo mapa da produção agrícola nacional

Mudanças climáticas terão variados impactos em cultivos brasileiros

48 Luta pelas consciências

Ocupação holandesa gerou conflitos religiosos e mestiçagem cultural

52 Sociologia sem ideologia

Parceria escola-universidade facilita volta da disciplina ao ensino médio

54 Cinco vezes Machado

Palestras discutem obras do escritor e analisam cinco de seus contos

56 Entretenimento para animais em cativeiro

Técnicas permitem aumentar bem-estar de felinos em zoológicos

57 Escudeiro do subsolo

Criado novo produto para impermeabilizar solos e evitar contaminação

58 Atuação política decisiva

Biólogos comemoram participação em decisões sobre pesquisas

OPINIÃO

62 Desertificação no Paraná

Fenômeno mais comum em regiões mais secas ocorre no Sul do país

ENSA

64 A vida dentro do estômago

Organismo que causa úlcera tem relação complexa com os humanos

PRIMEIRA LINHA

66 Como preservar nossos valores naturais?

Divulgação da fauna brasileira pode ajudar em sua conservação

70 Vespas: de vilãs a parceiras

Conhecidos pelas ferroadas, insetos podem ajudar a conter pragas

MEMÓRIA

73 O direito e a construção da cidadania

Direitos individuais e coletivos são a marca da Constituição de 1988

RESENH

76 Contribuição para o debate geográfico

Resenha do livro Paisagem, espaço e sustentabilidades: uma perspectiva multidimensional da geografia, de João Rua (org.)

CAR

OUAL O PROBLEMA?

79 Juros: os dois lados da moeda

78

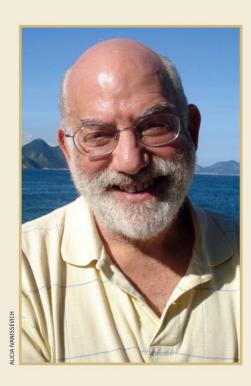
Como calcular o crescimento das dívidas com o cartão de crédito

SORRE HUMANO

80 A Constituição faz 20 anos

Carta atual é um programa permanente de democratização do país

# O INVENTOR DO ÔMEGA



Esqueça o estereótipo do matemático desatento, com o bolso da camisa cheio de canetas, de poucas palavras, sempre autocentrado, quase alérgico ao contato com pessoas. Nada disso combina com Gregory Chaitin. Argentino e norte-americano, nascido em 1947, fez praticamente toda a sua carreira como pesquisador no consagrado Centro de Pesquisas Thomas J. Watson, da IBM, no estado de Nova York (Estados Unidos).

Extratos do vasto currículo de um dos grandes nomes atuais da matemática: a) é autodidata; b) deu sua primeira contribuição importante à matemática na adolescência; c) é *Doutor Honoris Causa* pela Universidade do Maine (Estados Unidos) e professor honorário da Universidade de Buenos Aires (Argentina); d) escreveu muitos livros, dois deles de divulgação, sendo o mais popular *Meta Math!* (sem tradução para o português); e) ganhou fama com a criação do número ômega (Ω), que mostrou que a matemática pura, assim como a física moderna, é baseada na aleatoriedade (um choque para muitos matemáticos e filósofos).

Entre uma risada e outra, Chaitin não se cansa de dizer o quanto gosta do Brasil (é casado com uma brasileira) e da matemática. Em férias 'secretas' no Rio de Janeiro, foi encontrado pela *Ciência Hoje*. Confira a seguir os melhores momentos da entrevista desse filósofo-matemático.

#### Alicia Ivanissevich Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

\* Colaborou Ricardo Silva Kubrusly, *Instituto de Matemática e Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro* 

# **Gregory Chaitin**

Comecemos com uma provocação que tem a ver com o fato de a matemática ser apenas uma construção de nossa mente ou existir na ausência de humanos. Vamos imaginar que, por algum motivo, a vida inteligente tenha desaparecido da Via Láctea. Ainda assim existiria a matemática?

Não sei. Mas posso dizer que a matemática é uma bela tentativa de a mente humana encontrar coisas bonitas, transcendentais, permanentes, em um mundo que não é permanente, nem muito belo, nem um pouco transcendental. O ser humano sempre tentou encontrar, por trás das coisas evidentes, algo escondido, mais fundamental. E a matemática é uma dessas tentativas, desde a Grécia antiga. Por exemplo, a idéia de Pitágoras de a realidade do mundo ser fundamentalmente matemática não é nada evidente. Ou seja, para compreender o mundo, a realidade cotidiana não é suficiente. Talvez o seja para um poeta, um novelista, um escritor... mas a mente humana sempre tenta buscar essa realidade fundamental, oculta. Pode ser que eu esteja totalmente equivocado, mas a física teórica moderna de fronteira parece indicar que a matemática tem algo a ver com essa estrutura íntima do mundo.

#### Como o senhor explicaria para um aluno do ensino médio o que é o número ômega, que o senhor criou?

Adoro os estudantes do ensino médio, porque fui um deles e foi a época mais criativa da minha vida, a mais ativa intelectualmente, a mais profunda. Naquele tempo, em vez de tentar seduzir belas mulheres [risos], fui seduzido pela beleza da matemática.

Para explicar o número ômega, primeiro temos que pensar que há dois tipos de verdades, as necessárias e as contingentes, como diz [o matemático e filósofo alemão Gottfried] Leibniz [1646-1716]. Uma verdade é necessária pelas razões lógicas do pensamento puro. Uma verdade contingente é casual, como, por exemplo, quem é o presidente do Brasil neste momento.

Normalmente, pensamos que as verdades matemáticas são sempre necessárias, e que as verdades do cotidiano são sempre contingentes. Na matemática, todas são verdades necessárias. Mas o que encontrei, o número ômega, é um exemplo simples e fundamental de que a matemática pode ter verdades contingentes, que parecem ser casuais, aleatórias. E isso refuta, contradiz a filosofia 'normal' da matemática.

Até as primeiras décadas do século passado, acreditava-se que toda verdade matemática, para colocarmos em termos simples, podia ser deduzida a partir de certos postulados simples, os chamados axiomas. Para isso, bastava aplicar as regras da lógica. Essa crença ruiu em 1931, quando [o matemático tcheco Kurt] Gödel [1906-1978] demonstrou que havia verdades matemáticas que não podiam ser deduzidas daquele grupo de axiomas.

Os resultados de Gödel marcaram uma ruptura in-

telectual total na filosofia. Apostei minha vida no fato de que esses resultados eram revolucionários, embora muitos matemáticos não concordem com isso. Na verdade, a maioria dos matemáticos prefere não pensar nesses aspectos filosóficos, assim como a maioria dos próprios filósofos. Acho que a filosofia da matemática ainda não é bastante sofisticada.

Diz a lenda que [o físico norte-americano] Richard Feynman [1918-1988] fez uma grande descoberta nas praias do Rio de Janeiro. Também [o matemático norte-americano] Stephen Smale teria tido uma importante idéia nas areias de Copacabana.

O senhor parece ter tido uma inspiração, a descoberta do número ômega, no carnaval no Brasil. É verdade?

Mais ou menos. Acho que a contribuição brasileira, digamos, foi em 1970, quando percebi que tinha um

digamos, foi em 1970, quando percebi que tinha um enfoque revolucionário sobre o resultado de Gödel. Estava visitando um amigo, Roberto Lins de Carvalho, na PUC-Rio, e vínhamos de São Paulo, onde houve uma

Quando a vida humana é um caos, o intelectual tenta se concentrar em coisas mais duradouras, porque nossa vida é muito efêmera

sessão de trabalho sobre ciência da computação. Foi quando Roberto me disse que eu não podia voltar para Buenos Aires, que tinha que assistir ao carnaval. Então, fiquei no Rio.

Na semana anterior, havia visitado a PUC-Rio, onde havia começado a juntar algumas idéias. Uma delas foi que, para compreender os limites dos resultados de Gödel, de 1931, a idéia da complexidade [que pode ser definida como a quantidade de informação que um programa de computador precisa para resolver uma tarefa] seria útil. Essa idéia, é verdade, ocorreu no Rio, na semana antes do carnaval. Já, no carnaval, só consegui olhar para as garotas brasileiras... era impossível pensar em matemática [risos].

Como o Feynman, sou grato ao Rio. A cidade tem algo sensual, as pessoas são desinibidas, há muita intensidade de vida, é tudo muito exuberante. Talvez, isso tenha me inspirado. Portanto, somos três os inspirados pela beleza do Rio.

Aos 15 anos, o senhor teve a idéia que levou à sua primeira contribuição significativa para a matemática, que foi publicada, quatro anos depois, em *Journal of the Association for Computing Machinery*. O senhor se arrepende de ter sido um garoto precoce?

Não. Muito jovem, interessei-me pelo mundo das idéias, pela arte. Quando era criança, em Manhattan, ia

#### **ENTREVISTA**

ao Museu de Arte Moderna e ao Museu Metropolitan, para olhar a arte. As idéias belas sempre exerceram sobre mim uma atração, e, para mim, a matemática é algo belo... e, nesse mundo, ou seja, o da matemática, definitivamente, não há lugar para idéias feias [risos].

#### Mas o senhor brincava normalmente, como as outras crianças?

Não, não era normal. Era um menino solitário, e meus amigos eram os livros...

### Como foi ter a idéia que levou à primeira contribuição significativa para a matemática aos 15 anos de idade? As pessoas não o viam como um elemento estranho?

Sim. Lembram-se de quando a União Soviética [em 1957] lançou o [satélite artificial] Sputnik? A partir daí, o governo norte-americano passou a competir com os soviéticos. Sou, de certo modo, fruto dessa competição intelectual com outro país. Pouco depois, os soviéticos puseram em órbita a [cadela] Laika, o que, mais uma vez, assustou os Estados Unidos.

Esses eventos fomentaram um grande desenvolvimento científico do país, principalmente por meio dos jovens. Aproveitei esse ambiente intelectualmente propício, no qual se tentava estimular o aprendizado de ciência e matemática desde muito cedo entre aqueles que eram considerados superdotados.

Também contei com o ambiente familiar favorável. Meus pais eram de Buenos Aires, e eu, filho único, vivia com minha família, que era muito intelectual, de formação humanista e literária. Em resumo, foi um bom momento.

Na sociedade de hoje, o cientista é visto como uma galinha que tem que pôr tantos ovos por mês, medindo-se assim sua produtividade

#### Como foi a época em que o senhor viveu na Argentina? Havia um bom ambiente de trabalho?

Vivi na Argentina dos 18 aos 28 anos [do final da década de 1960 até meados da década de 1970]. As pessoas que estavam na Faculdade de Ciências Exatas da Universidade de Buenos Aires me convidaram para dar cursos, embora eu não tivesse título universitário. Fiz muitos amigos na Cidade Universitária, em Nuñez [bairro de Buenos Aires]. Também trabalhei na IBM de lá, que me incentivou e me deu apoio.

O senhor é um matemático que gosta de pensar a filosofia de sua área. Mas por que matemática e filosofia são áreas tão distantes hoje?

Quando eu era jovem, odiava a filosofia, achava que

eram meras palavras. Não havia percebido que, naquela época, eu, em certo sentido, já fazia filosofia. Hoje, adoro a filosofia pelas idéias fundamentais. E as melhores idéias na matemática e na física são filosóficas. Einstein afirmou, certa vez, que não era físico, mas um filósofo que se interessava por física. Acho que também é meu caso. Sou um filósofo que se interessa pela matemática. Gödel também, em minha opinião. Ele não publicou trabalhos em matemática, são trabalhos filosóficos com argumentos matemáticos.

#### Mas por que hoje há tão pouco interesse dos matemáticos pela filosofia? O último nome de que consigo me lembrar é [o do filósofo, matemático e escritor britânico Bertand] Russell [1872-1970]...

É verdade. Por sinal, adorava Russell, porque ele era matemático e escrevia de forma clara. Tem um livro dele sobre a filosofia da matemática que foi escrito enquanto ele estava na prisão. Era pacifista na Primeira Guerra Mundial e acabou preso. Fez esse belo livro, porque a Europa estava se destruindo, em uma guerra quase civil, e, para ele, não havia razão para isso. A Inglaterra e a Alemanha não deveriam ter entrado em guerra, porque eram aliados, eram culturas muito parecidas. Para tentar sobreviver intelectualmente, Russell desenvolveu idéias belíssimas, fundamentais da matemática. Quando a vida humana é um caos, o intelectual tenta se concentrar em coisas mais duradouras, porque nossa vida é muito efêmera.

#### O senhor acredita que será possível simular o cérebro humano com uma máquina?

É possível. Mas essa máquina seria capaz de se apaixonar? [risos]. Não acredito que o homem seja uma máquina. Não sou religioso, mas acho que o ser humano tem uma faísca imortal. Além disso, a matemática, por sua vez, aponta para mistérios...

#### Para a metafísica?

Bem, Gödel achava que a matemática não pertencia a este mundo, mas a um mundo de idéias, platônico. Acho que toda teoria científica é um salto da imaginação. Se a gente não acredita em nada, não descobre nada. Einstein achava que todo bom físico teórico é um metafísico convertido em cientista. Acreditava que a realidade se baseia em idéias simples e belas. A idéia, hoje, de que tudo tem base empírica é, a meu ver, basicamente infértil.

Para mim, a matemática não corresponde ao mundo real. Ela, que é tão útil na engenharia e na física, é um mundo de fantasia, se assim podemos classificá-la. Acho que a boa física teórica também é, de certo modo, desse jeito.

Uma forma de ver o teorema de Gödel é entender que ele demonstra que a realidade matemática do cotidiano não pode ser compreendida a partir dos fatos cotidianos. Para isso, é preciso um salto de imaginação. Por isso, não sou contra a metafísica. Acho que a realidade cotidiana não tem nada a ver com a realidade fundamental. Ressalto que isso não significa ser religioso, nem supersticioso.

#### O senhor trabalha em uma empresa privada, a IBM. O senhor é obrigado a fazer matemática aplicada, a cumprir tarefas, apresentar resultados?

A IBM faz parte do mundo contemporâneo. A criatividade é algo misterioso e mágico, mas a burocracia tende a se estender e a exigir cada vez mais de nós. Pessoalmente, sou contra esse tipo de interferência, pois não se pode gerar criatividade de forma mecânica. Na sociedade de hoje, o cientista é visto como uma galinha que tem que pôr tantos ovos por mês, medindo-se assim sua produtividade. Converte-se, assim, o cientista em uma fábrica de novas idéias. E isso, em certo sentido, é resultado do próprio êxito da ciência. Em 1930, estudar física nuclear era como estudar grego clássico, ou seja, praticamente não havia aplicações nessa área. Mas isso levou à bomba atômica, para citar um exemplo extremo.

Pessoalmente, vejo a ciência como algo a ser feito por razões de beleza, de necessidade intelectual. E hoje não se acredita mais nessas coisas. Mas a história da humanidade tem épocas férteis em idéias, como a do Renascimento italiano ou aquela anterior e posterior à Revolução Francesa. Mas nem todas são assim. Acho que não vivemos em um período de criatividade.

#### O senhor acredita que se vá chegar a uma teoria final, para todos os fenômenos, como pretende a chamada teoria das supercordas?

Não sei. Não sou físico e não entendo da teoria das supercordas. Mas acho que hoje se percebe uma guinada da física fundamental em direção à metafísica. A idéia normal da ciência é de que ela deva caminhar bem perto dos fatos experimentais, mas, neste momento, como não há dados experimentais que sustentem essa teoria final, os físicos estão explorando um cenário amplo, em que várias teorias são possíveis. E isso para mim é incrível, porque, justo em um momento que não me parece apto para a metafísica, percebe-se o surgimento de idéias metafísicas, como essas que vêm dos físicos de supercordas. Acho que isso deriva do fato de o ser humano nunca se dar por vencido. É um momento muito interessante, a meu ver.

A medalha Fields é outorgada a jovens matemáticos, com até 40 anos, o que dá a entender que a organização desse prestigioso prêmio acredita que grandes descobertas e contribuições só ocorrem até essa idade. Após os 40, os matemáticos se transformam em pessoas sem grandes idéias?

Aos 60 anos de idade, o que posso dizer? Que é preci-

so ter fé no futuro. É verdade que, muitas vezes, os jovens vêem-se menos presos às teorias do momento e mais dispostos a serem subversivos, e os avanços da ciência são subversivos. Mas, se olharmos a história da matemática, observaremos todo tipo de coisa. Por exemplo, a teoria do infinito, de [Georg] Cantor [matemático alemão de origem russa, 1845-1918], que é algo incrível, foi formulada quando ele tinha em torno de 40 anos de idade. Portanto, acho que isso depende de cada um.

Os velhos são mais conservadores, sempre. Quando há uma revolução fundamental na ciência, é preciso brigar com os conceitos anteriores. E essas batalhas se dão, em geral, entre cabeças mais conservadoras e mentes mais abertas.

#### A matemática é resultado de um trabalho individual ou coletivo?

Acho que as grandes descobertas matemáticas são totalmente individuais, assim como ocorre na física teórica. Há, claro, avanços importantes feitos por grupos de cientistas, e ambos têm seu valor. Para sobreviver política e economicamente, é importante lidar com a comunidade, mas, para fazer avanços intelectuais significativos, acho que é preciso se afastar das idéias preponderantes que estão à nossa volta e buscar um caminho próprio.

#### É possível chegar a uma definição de conceitos como vida e consciência a partir da matemática?

Eu tinha esperanças de fazê-lo, mas não consegui. É uma boa pergunta. Acredito que não fui muito longe.

#### O senhor tem 11 livros publicados, sendo dois deles de divulgação científica – *Conversas com um matemático* (Gradiva, 2003) e *Meta Math!* (sem tradução para o português). Por que escrever para um público não especializado em matemática?

Praticamente, me formei sozinho, lendo muitos livros belíssimos de divulgação científica, escritos por cientistas. Por exemplo, os livros de George Gamow [físico russo, 1904-1968]; *A mathematician's apology*, de [Godfrey Harold] Hardy [matemático britânico, 1877-1947]; *Introdução à filosofia da matemática*, de Bertrand Russell, *A prova de Gödel*, de Ernest Nagel [matemático e filósofo tcheco, 1901-1985] e James Roy Newman [matemático de origem húngara, 1907-1966].

Esses livros, para mim, foram muito importantes. Então, senti que tinha o dever de escrever algo assim. Acho que são os jovens que têm idéias originais. Por isso, tentei escrever um ou dois livros semelhantes àqueles que me inspiraram. As idéias básicas, muitas vezes, são muito simples e não técnicas. Por isso, imaginei que poderia expressá-las em uma linguagem não técnica. Não sei se consegui, mas tentei.

## **Matemática:** a importância do lar

Artigo publicado em Science (v. 321, pp. 1.161-1.162, 2008)

traz mensagem de suma importância para pais, educadores e gestores públicos: o ambiente de aprendizagem em casa, a partir dos três anos de idade, é decisivo para a compreensão da matemática no ensino básico.

Dessa educação pré-escolar, fazem parte atividades simples, como a leitura, a ida a bibliotecas e livrarias, a prática de brincadeiras com números, o desenho, a pintura e o contato com cantigas e poemas. Essas ações, mesmo quando praticadas em lares de famílias com poucos recursos ou de migrantes vivendo em ambientes estrangeiros, mostraram promover a capacidade de aprender matemática que o aluno terá aos 10 anos de idade, quando o ensino dessa disciplina passa dos níveis elementares para aqueles de aprendizagem de conhecimentos mais específicos e abstratos.

ducação, segundo o dicionário Aurélio, "é um processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral da criança e do ser humano em geral, visando à sua melhor integração individual e social".

A educação é um processo contínuo na vida de um cidadão, desde que nasce até sua morte, e se desenrola essencialmente em três ambientes: no lar, na sociedade e na escola. No lar, os primeiros passos da aprendizagem de uma criança se dão pelo contato com as pessoas que a cercam, quando começa o desenvolvimento da comunicação oral. Depois, os diversos estímulos que recebe fazem com que a criança aprenda a olhar e compreender o mundo em que vive, e se prepare para novas descobertas. Ao iniciar a socialização com outras crianças e adultos fora do lar, a criança inicia sua educação para interagir com o mundo e para integrar-se nele. A educação escolar su-

e se influen-

ciam mu-

tuamente.

Entretanto, a educação escolar é a que se distingue como alvo de avaliações, por ser o segmento que é responsabilizado pela aprendizagem de habilidades específicas que preparam o cidadão para muitas profissões. As avaliações podem ser de natureza quantitativa, por meio de tratamentos de dados estatísticos levantados por pesquisas, assim como qualitativa, que surge da leitura dos resultados quantitativos e de notícias que são veiculadas.

Cidadãos bem preparados profissionalmente são garantia de desenvolvimento de um país, e as autonomias científica e tecnológica representam os esteios do futuro. No currículo escolar, a matemática e a língua oficial ocupam definitivamente posições de importância no ensino básico, principalmente nos anos iniciais, pois a aprendizagem sistematizada e formalizada dessas duas discipli-



A importância dessas duas disciplinas é vista como crucial no mundo atual e se reflete em muitas pesquisas de avaliação comparativa entre países sobre a capacidade média de estudantes, para estabelecer indicadores de desenvolvimento dos países.

Em especial, é de conhecimento popular que a matemática é considerada difícil de ensinar e de aprender, embora ela acompanhe a própria história da humanidade. Por que há tantas diferenças entre países quanto ao conhecimento médio dos cidadãos sobre matemática e ciências? Será que o sistema escolar e seus agentes (professores e dirigentes) são os responsáveis pelo sucesso ou fracasso de jovens nas avaliações?

Muitas vezes, os resultados dessas pesquisas são interpretados por dirigentes e políticos educacionais conforme as medidas que se desejam tomar, restritas a suas áreas de competência. Raramente buscam-se as raízes dos problemas que teriam implicado os resultados obtidos.

Nesse sentido, a revista científica Science traz um interessante artigo, lançando luz sobre esse aspecto da educação. O artigo apresenta, de maneira objetiva, resultados de uma pesquisa feita na Inglaterra sobre fatores que influenciam a aprendizagem de matemática. Uma das conclusões mais interessantes é o efeito que o chamado HLE (sigla, em inglês, para ambiente de aprendizagem no lar) tem sobre a aptidão de um aluno em compreender a matemática, principalmente quando o ensino passa dos níveis elementares para os níveis que preparam a aprendizagem de conhecimentos mais específicos e abstratos. Em geral, nessa passagem reside a maioria dos problemas relatados de fracassos dos alunos em matemática – no Brasil, no entanto, estamos vivendo tempos em que já nos primeiros anos da escola básica

se verificam fracassos de alfabetização letrada e de números.

O estudo relatado nesse artigo mostra a importância da educação pré-escolar, que se inicia aos três anos de idade - nas considerações acima, referimo-nos ao início da socialização, juntamente com a educação, no lar. Na pesquisa, os itens que constituíram o ambiente de aprendizagem no lar, detectados como claramente conectados às oportunidades de aprendizagem, foram: i) frequência da leitura de livros pelos pais para as crianças; ii) idas a bibliotecas e/ou livrarias; iii) brincar com números; iv) pintar e desenhar, conduzindo a criança a aprender as letras e os números; v) contatos com cantigas/poemas/versos (rimas). Vale ressaltar que essas ações mostraram-se independentes do nível socioeconômico, gênero ou etnia da criança. Ou seja, mesmo nos lares de famílias com poucos recursos ou de migrantes vivendo em ambientes estrangeiros, essas atividades, quando praticadas em casa desde os três anos, promoveram a aptidão para a aprendizagem da matemática aos 10 anos, idade em que ocorre a transição do nível elementar para o básico superior.

O artigo ressalta ainda resultados sobre a eficiência de unidades pré-escolares e de nível primário como influentes na aptidão à aprendizagem de matemática, que pode representar a definição do futuro de nossas crianças.

Está na hora de a educação ser reconhecida como uma atividade que não é exclusiva do sistema escolar, mas da integração responsável de todos os segmentos para que as crianças tenham real oportunidade para aprender e não fracassar.

#### Yuriko Yamamoto Baldin

Departamento de Matemática, Universidade Federal de São Carlos

#### **ZOOLOGIA**

#### OS SUPERPODERES DO URSO-D'ÁGUA

O organismo abaixo, com aspecto tufado, reúne boas qualificações para ser membro da Liga da Justiça (aquela do bem, de super-heróis da TV e dos quadrinhos, e não a do mal, que anda recentemente saindo no noticiário de polícia). Pode não voar ou soltar raios, mas resiste ao alto vácuo e radiação espaciais, o que já lhe dá vantagem sobre, por exemplo, o Batman, o Lanterna Verde e o Arqueiro Verde (membros da Liga, mas sem superpoderes). Ele é conhecido na língua inglesa como urso-d'água, porém tardígrado é cientificamente mais conveniente (convenhamos, o primeiro soa bem melhor para um super-herói).

O tardígrado é o primeiro animal, como mostram experimentos da Agência Espacial Européia, a resistir a baixíssimas pressões e radiação cósmicas. Ao todo, foram 10 dias no espaço sob condições excruciantes. Entender por que esse diminuto invertebrado saiu incólume será fundamental, caso um dia os humanos queiram viver na Lua ou rumar para Marte.

A grande maioria desses animais sobreviveu. Depois de reidratados (sim, eles foram enviados ao espaço totalmente desidratados), ressuscitaram em cerca de 30 minutos, e muitos procriaram.

Na Terra, sabe-se que os tardígrados são quase indestrutíveis: suportam pressões intensas, altas doses de radiação e falta de água por anos. Esses invertebrados de até 1,5 mm de comprimento, com quatro pares de patas não articuladas, são encontrados do alto do Himalaia às profundas fossas oceânicas. Conhecem-se cerca de mil espécies de tardígrado.

Por que o tardígrado resiste a condições extremas? Acredita-se que tenha a capacidade de reparar seu material genético quando este é danificado. *Current Biology, v. 18, p. R729, 2008* 



MEDICINA Pela primeira vez, estudo mostrou que atividade física melhora a cognição

#### Exercício e memória

Fazer exercício físico melhora a memória? Parece intuitivo que sim, mas... Sem, 'mas'. Veio a público um trabalho que, segundo os autores, é a primeira evidência de que a resposta é um rotundo 'sim', pelo menos para adultos maduros.

Na pesquisa, 138 adultos, com mais de 50 anos, que relataram algum problema de perda de memória (mas sem sinais de senilidade), foram divididos em dois grupos. No primeiro, os indivíduos foram orientados a praticar, em casa, pelo menos três sessões semanais de 50 minutos de exercícios moderados, sendo a caminhada o mais recomendado. Esse programa durou 24 semanas.

O segundo-grupo era praticamente sedentário, sendo que, na média, as atividades físicas não chegavam a 10 minutos de exercícios semanais.

Por 18 meses, os dois grupos de pacientes foram submetidos a testes padronizados. Um deles, foi o ADAcog, comumente empregado para quantificar as funções cognitivas.

#### Ginástica *versus* remédios

Os pacientes que haviam sido submetidos ao programa de atividades físicas apresentaram, na média, desempenho superior no ADA-cog quando comparados a um grupocontrole, de sedentários. O grupo ativo também apresentou riscos mais baixos de desenvolver demência. Esses índices foram pequenos (0,69 no ADA-cog), mas classificados como "potencialmente importantes" pelos autores.

Os sinais de melhora permaneceram aparentes por seis meses e se mantiveram por cerca de 1,5 ano.

Os autores, liderados por Nicola

Lautenschlager, da Universidade de Melbourne (Austrália), ressaltam que, nos casos de problemas leves de perda de memória, os medicamentos não mostraram efeito significativo em estudos que se estenderam por cerca de três anos. No artigo, os autores ressaltam que a atividade física, no entanto, tem efeitos colaterais benéficos, como aumento da capacidade cardiorrespiratória, prevenção da depressão, fortalecimento dos ossos e melhoria na coordenação motora.



CARA DO PAI OU DA MÃE • Observe a face da pessoa com quem você se casou, vive ou namora. Cuidadosamente. Segundo um estudo recente, há certamente algo de sua mãe (leitor) ou de seu pai (leitora). Já havia evidências nesse sentido entre humanos. Mas agora essa predileção foi quantificada. O autor mediu parâmetros faciais de 312 pessoas de 52 famílias da Hungria. Os resultados mostraram que as faces de genros e sogros eram mais similares que a média, principalmente nos quesitos olhos e nariz; para noras e sogras também foi notada essa similaridade, mas em traços relativos à região do queixo. Questão: por que os humanos teriam desenvolvido, ao longo da evolução, esse padrão para o acasalamento? Hipótese: para evitar cruzar com a espécie errada (isso no tempo em que diferentes hominídeos eram contemporâneos). Mas há trabalhos que mostram que os humanos tendem a buscar como parceiros pessoas com a face simétrica (acredita-se que isso seja um sinônimo de boa saúde). Um comentador dos resultados entabulou uma questão pertinente: imagine uma mulher cujo pai tem um rosto assimétrico? Ela iria preferir um homem que se assemelha ao seu pai ou outro cujo formato da face fosse simétrico? *Proceedings of the Royal Society B, 03/09/08* 

#### BIOFÍSICA

#### **VACAS MAGNETIZADAS**

Da próxima vez que sobrevoar uma fazenda, tente notar o seguinte fato: vacas e bois parecem estar 'apontando' na mesma direção? Se sim, isso reforça a tese defendida recentemente: de algum modo misterioso, bovinos percebem o campo magnético terrestre e tendem, na média, a se alinhar com a direção norte-sul (algo, por sinal, que passou despercebido de pastores e criadores de gado nos últimos milhares de anos).

O leitor desta coluna viu, na edição passada (CH 252), o comentário sobre as mosquinhas-das-frutas serem influenciadas por esse fenômeno físico. Mas o autor

alertava para o fato de animais muito grandes terem também muita inércia, o que inviabilizaria uma orientação passiva pelo campo. No caso dos bovinos, não se trata de se deixar levar pelo campo, mas senti-lo, de alguma forma.

Os autores examinaram pouco mais de 8 mil vacas e cerca de 3 mil veados, nos quais também foi nítida a tendência pelo alinhamento norte-sul. Os animais foram observados com a ajuda do Google Earth.

Os pesquisadores excluem respostas imediatas para a preferência: maximizar a quantidade de Sol ou evitar ventos frios. Observaram também esses animais bem perto dos pólos, onde há uma diferença significativa entre o pólo magnético e o geográfico. Mesmo aí os animais mostraram

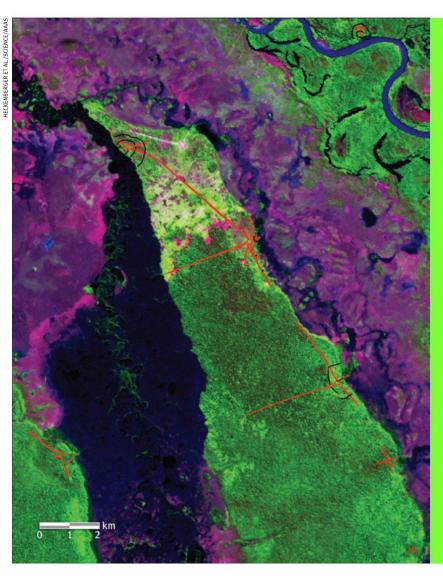


um alinhamento com o campo em vez de um com a direção do norte geográfico.

Os autores revelaram ao serviço noticioso *Nature News* um dado ainda não publicado: que nas proximidades de fios de alta tensão (que criam em torno deles campos magnéticos bem mais perceptíveis que o terrestre), o gado parece ficar 'desorientado'.

Mamíferos como camundongos e morcegos podem sentir o campo magnético terrestre.

PNAS, 25/08/08 on-line



AMAZÔNIA URBANA • Esqueça a imagem de uma Amazônia pré-Cabral como um 'inferno verde', de terras inférteis, com tribos pequenas e nômades. O melhor seria assimilar o seguinte quadro, que ocorreu entre 1250 e 1650: construções monumentais, estradas largas e longas, muros para a proteção contra ataques, lagos e barragens artificiais, conglomerados de vilas, praças centrais para rituais públicos, milhares de habitantes, presença de planejamento regional e organização política, economia baseada na agricultura e na pesca em grande escala. Ou seja, centros urbanos, no sentido empregado na Idade Média ou na Antigüidade, segundo os autores. Curioso? Nossa sugestão: leia a cobertura em CH on-line (http://cienciahoje. uol.com.br/127110) e o comentário em CH 199, quando os primeiros dados sobre essas estruturas complexas vieram a público (Science, 19/09/03). O artigo é assinado por pesquisadores do Museu Nacional (Universidade Federal do Rio de Janeiro), do Museu Paraense Emílio Goeldi, da Universidade da Flórida (Estados Unidos) e por um índio da Associação Indígena Kuikuro do Alto Xingu, em Mato Grosso. (Science, 29/08/08)

Grupos de vilas e aldeias independentes interligadas por estradas (linhas vermelhas) e algumas cercadas por valas (linhas pretas), que funcionavam como sistema defensivo, na região do Alto Xingu, entre 1250 e 1650



ASHYA, RÁPIDA E PRECISA • Leia rapidamente e responda bem depressa. Duas cestas. Na primeira, põem-se três maçãs; na segunda, uma; adicionam-se quatro maçãs à primeira; a outra ganha cinco dessas frutas. Em qual delas há mais frutas?

Certamente, o leitor teria sido batido por Ashya, essa elefanta asiática aí ao lado. Não se envergonhe, pois uma repórter da revista britânica de divulgação científica *New Scientist* também amargou uma derrota. Pior, publicamente. O fato (notável) é que Ashya pode diferenciar com rapidez e 90% de precisão a cesta em que há mais maçãs (a essa altura, o leitor já deve ter descoberto a resposta).

Os feitos desse animal foram apresentados no último encontro da Sociedade Internacional para a Ecologia Compor-

tamental, que ocorreu nos Estados Unidos, pela pesquisadora da Universidade de Tóquio (Japão) Naoko Irie, que está na foto, cedida por ela com exclusividade para a *CH*.

Os elefantes podem distinguir pequenas diferenças entre quantidades. Por exemplo, eles sabem diferenciar rapidamente cinco de seis (nós, humanos, somos melhores nessa tarefa quanto maior for a razão entre o maior e o menor número, tipo seis e um).

Mas por que elefantes precisariam saber contar? Suspeita-se que o motivo seja o fato de eles viverem em pequenos grupos, com seis a oito membros, e essa capacidade ajudaria cada um deles a saber se o bando continua unido.

Na natureza, a lista dos 'contadores' inclui de chimpanzés a pombos, passando por... salamandras.

NÍVEL DOS MARES • Esta notícia pode ser encarada como meio ruim e meio boa. Modelos climáticos indicavam que o nível das águas subiria 2 m por volta de 2100, em função da desintegração da Groenlândia e do gelo antártico. Agora, um estudo dito mais detalhado e mais realista indica que esse nível pode variar de 0,8 m a... 2 m (bem, o leitor foi alertado logo de início!). (Nature, 05/09/08)

#### **ZOOLOGIA**

#### **PÁSSARO CONSCIENTE**

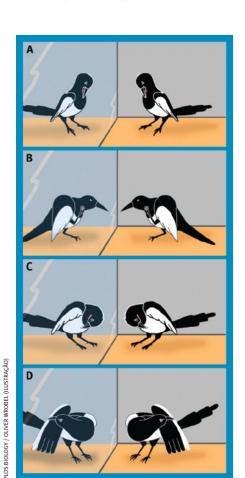
Goldie está na frente do espelho tentando retirar, com o bico ou com uma das patas, uma 'mancha' amarela propositalmente colada no pescoço preto. Gertie faz o mesmo, e depois de arrancar a marca, observa-se novamente no espelho e volta ao comportamento normal. Essas cenas deixaram os pesquisadores extremamente entusiasmados. Pela primeira vez, o chamado auto-reco-

nhecimento no espelho ganhou fortes evidências de que existe em não mamíferos.

Certo, vamos ao segredo: Goldie e Gertie são pássaros da espécie *Pica pica*, um primo dos corvos, conhecida como pega ou pega-rabuda, de comportamento altamente social.

Em geral, animais confrontados com suas imagens no espelho a tratam como rival e, por vezes, a atacam. Goldie, diferentemente, move-se repetitivamente para frente e para trás, bem como para os lados, sem demonstrar agressividade, o que, segundo os autores, é uma demonstração de aprendizado.

O auto-reconhecimento da imagem, que até há pouco tempo era privilégio dos humanos, foi também notado em golfinhos e elefantes. Dos quatro pássaros, apenas dois mostraramesse tipo de comportamento (50%), percentual também encontrado em chimpanzés, informam os autores. O artigo pode ser baixado gratuitamente no sítio da revista *PloS Biology*. Se o leitor tiver tempo e interesse, vale a pena assistir aos filminhos. *PLoS Biology, v. 6, n. 8, e202, 2008* 



Ao lado, um dos pássaros do experimento, com a marca amarela no pescoço. Acima, a seqüência mostra as manobras de um pega-rabuda para se livrar da marca (A e B) e como resposta à imagem no espelho (C e D)



#### SINTONIA FINA

Quem está atento ao noticiário sobre ciência provavelmente leu a veiculação de um resultado desanimador sobre vacinas contra gripe: o efeito da imunização na redução das mortes de idosos é insignificante (por exemplo, Folha de S. Paulo, 04/09/08, p. A16). Porém, no vácuo desse desalento, vem algo cujos desdobramentos são (muito) importantes. A boa nova: início dos testes no Reino Unido de uma vacina 'universal' contra a gripe. Tão ou mais importante do que a vacina em si, desenvolvida pela Universidade de Oxford (Inglaterra), é a estratégia empregada por ela: proteínas carregadas no interior de um vírus atenuado (no caso, da varíola). Ao ser injetado no paciente, ele penetra as células e as 'força' a expor em suas membranas essas proteínas. Aí, entra em cena o sistema imune do vacinado, que reconhece essas células infectadas e passa a destruí-las. A vacina tradicional, por sua vez, faz com que o sistema imune responda basicamente a duas proteínas (H e N), que ocupam a 'capa' exterior do vírus da gripe. O problema é que elas tendem com o tempo a alterar sua estrutura, o que força, a cada ano, a indústria a preparar vacinas diferentes contra a doença, com base mais ou menos no seguinte suposto: 'Que tipo de linhagem estará mais atuante na próxima temporada?' Já a vacina universal não precisaria nunca ser alterada. Além disso, em função do modo como ela age, a pessoa só precisaria de uma nova dose a cada cinco ou 10 anos. Acredita-se que essa mesma estratégia (vírus atenuado carregando proteínas) possa ser empregada com sucesso em vacinas contra a Aids, a tuberculose, a malária e até o câncer. Mas sem muita animação: se (e somente se) a nova vacina passar por todos os testes (que são muitos e criteriosos), ela deve chegar ao mercado. Isso levará de cinco a 10 anos. Por enquanto, ela está sendo testada em 12 voluntários.

outubro de 2008 • CIÊNCIA HOJE • 15

MOSCAS CALCULISTAS • Mistério: por que as moscas conseguem (quase) sempre escapar daquela 'chinelada' que parecia tão certeira? O porquê: o diminuto cérebro desse inseto é uma poderosa máquina de calcular. Graças a equipamentos que filmam velozmente e em alta resolução, pesquisadores conseguiram mostrar que, 200 milésimos de segundo antes de decolar, a mosca já está executando uma série de movimentos de postura complexos, em resposta à direção da qual vem o perigo (que também inclui predadores naturais). Por exemplo, esses movimentos, que podem variar em intensidade segundo o grau de perigo, posicionam cuidadosamente o centro de massa do corpo da mosca em relação às pernas. Segundo os autores, isso mostra que, nesses insetos, olhos, cérebro e pernas estão interligados de modo eficiente, para transformar rapidamente informação sensorial em resposta motora. No comunicado de imprensa, um dos autores diz esperar que seus resultados façam com que as pessoas passem a ter certa admiração pelas moscas e "pensem duas vezes antes de atacá-las". (Current Biology, v. 18, n. 17, 2008)

ABRAÇO E TAPINHA NAS COSTAS • O atacante perde aquele pênalti decisivo, levando seu time à derrota. Companheiros, para demonstrar solidariedade, abraçam-no ou dão-lhe um tapinha nas costas. O mesmo parece funcionar para certos primatas que acabaram de ter uma briga. Esse resultado levou 1,5 ano de observação de 18 chimpanzés adultos. Em cerca de 50% dos casos, a vítima agredida em um desentendimento qualquer acabava consolada (com direito, às vezes, a beijinho) pelo 'melhor amigo' de seu bando, ou seja, com aquele com quem o agredido sempre costuma brincar. Segundo os autores, ainda não dá para dizer se é uma demonstração de empatia. Mas eles defendem que o ato tem uma função de reduzir o estresse (e isso, segundo eles, é um dado novo). (PNAS, v. 105, n. 25, pp. 8557-8562, 2008)

CICLONES MAIS FORTES • Choveu demais? Inundou onde deveria estar seco? Faltou chuva onde deveria chover? Virou moda atribuir qualquer variação climática 'anormal' ao aquecimento global. Ciclones estão ficando mais fortes. Bem, para isso, pelo menos, há uma forte correlação entre o aquecimento das águas superficiais dos oceanos (resultado do aquecimento global) e esse fenômeno. Resulta-



dos de uma pesquisa feita com base em dados obtidos por satélites indicam que os ventos dos ciclones estão ficando mais fortes praticamente no mundo inteiro. Segundo os autores, para cada grau de aumento na temperatura média da superfície dos oceanos, a freqüência anual de ciclones de grande porte no planeta passa de 13 para 17 (31% de aumento). O cálculo tem lá suas imprecisões e especificidades, mas, no cômputo geral, o aquecimento global parece mesmo ser a causa dessa alteração. (Nature, 03/09/08)

#### SINTONIA FINA

Se seu clube, seu grêmio, sua associação etc. não permite que você exerça certas atividades (e você pretende continuar exercendo-as), então o melhor é pedir o fim da filiação. É mais ou menos isso que a Groenlândia está tentando fazer em relação à Comissão Baleeira Internacional (conhecida pela sigla IWC), que negou, duas vezes, pedidos para que o país incluísse em sua cota anual a caça de baleiasjubarte. Em um furo de reportagem, a agência de notícias britânica BBC News obteve documentos em que a Groenlândia parece ter um dos dois objetivos: i) pedir à Dinamarca que pare de representá-la junto à IWC; ii) pedir o fim da filiação dela à IWC. Esta última faria da Groenlândia o único país a pescar baleias sem supervisão internacional. Em 1992, os países nórdicos, aparentemente ressentidos com as decisões da IWC, formaram a Nammco (algo como Comissão de Mamíferos Marinhos do Atlântico Norte), que permitiu recentemente que a Groenlândia acrescentasse 10 jubartes à sua cota (por enquanto, o país vem acatando a decisão da IWC). Para tornar o cenário mais turvo, o Japão ameaça criar uma instituição semelhante na Ásia. Tudo isso é reflexo de uma IWC totalmente fragmentada. O próximo encontro na Flórida (Estados Unidos) tentará acalmar os ânimos. O melhor dos mundos seria chegar a uma agenda consensual na próxima plenária, em meados do ano que vem. Desde 1986, vigora uma moratória em relação à caça comercial. A Coréia do Sul já sugere que, se a moratória for suspensa por algum motivo, vai pleitear uma cota de caça, com base no fato de ter comunidades antigas que tradicionalmente se alimentam do maior mamífero da Terra. Por ano, caso as cotas dos países estejam completas, matam-se cerca de 2 mil baleias no mundo.

#### Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/RJ

FONTES: SCIENCE, NATURE, NATURE MEDICINE, NATURE BIOTECHNOLOGY, NATURE GENETICS, NATURE MIMINOLOGY, MATURE MEDICOSCIENCE, NATURE NEWS, NATURE MATERIALS, GENET HERAPY, PHYSICS NEW UPDATE CHE AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL SOCIETY), PHYSICS WEB SUMMARIES (INSTITUTE OF PHYSICS), PHYSICAL REVIEW LETTERS, SCIENTIFIC AMERICAN, PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, EUREKALERT EXPRESS, THE PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, OWNALD OF THE AMERICAN SOCIETY, BBC SCIENCEMATURE, NEW SCIENTIST, NANOTECHWEB NEWS ALERT, FOLHA DE S., PAULO, AGÉNICA FAPESP, CELL PRESS, CHAMDADA DIGEST, ASTROPHYSICAL JOURNALS, GRAVITY PROBE B UPDATE, INTERACTIONS NEWS WIRE, MEDICAL NEWS TODAY, ALPHAGALILEU, ROYAL SOCIETY LATEST UPDATE, SCIEDEVNET, UNIVERSO FÍSICO, SCIEDEV. NET WEEKLY UPDATE, PICKED UP FOR YOU (M. WACHSMUTH) CERRON, THE SCIENTIST DAILY

# Aos pobres, algemas e parasitos



#### Franklin Rumjanek

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

centenário da descoberta do Schistosoma mansoni no Brasil, por Manoel Augusto Pirajá da Silva (1873-1961), foi celebrado em recente evento internacional. Em 1908, no Hospital Santa Isabel, na Bahia, esse médico encontrou esquistossomos em pacientes ali internados. Após análise detalhada dos ovos desses parasitos, ele provou que a infecção nos pacientes brasileiros envolvia uma espécie distinta do Schistosoma haematobium, que causava uma doença semelhante em grande parte da África tropical. A homenagem foi justa, mas, infelizmente, os parasitos também comemoram mais de um século entre nós, sem indícios de que nos deixarão em breve. Se houver nova homenagem à Pirajá da Silva daqui a 50 anos, é provável que esses minúsculos vermes ainda estejam por aqui.

Quais os grandes problemas para o controle dessa parasitose? Em primeiro lugar, a grande extensão da área endêmica, que inclui a maior parte do Nordeste e alguns locais no Sudeste. Em segundo lugar, sem dúvida, a falta de vontade política para eliminar de vez essa doença secular, que confere ao país um 'ranço' incompatível com o 'progresso' pretendido. Essa escassez de vontade política fica evidente porque o controle da esquistossomose salta aos olhos se levarmos em conta o conhecimento existente sobre o ciclo de vida do parasito. Nesse ciclo, os ovos contidos nas fezes de pessoas infectadas, ao atingir a água doce, eclodem e produzem esporocistos que oportunamente infectam caramujos. Os caramujos liberam então as cercárias, que penetram a pele de pessoas que entram em contato com a água contaminada.

Assim, basta evitar que os ovos do *S. mansoni* atinjam a água de uso comum, o que pode ser conseguido por meio de simples saneamento básico. Em outras palavras, é necessário estender à zona rural uma benesse que já há muito tempo contempla os habitantes dos grandes centros urbanos: sistemas de esgoto. As autoridades não desconhecem essa alternativa. Se ela fosse adotada, não só a esquistossomose, mas também muitas outras doenças transmitidas pela água deixariam de minar a saúde dos brasileiros. No entanto, o mesmo evento que homenageou Pirajá da Silva – o 11º Simpósio Internacional sobre

Esquistossomose, ocorrido em agosto, em Salvador – dedicou apenas uma curta mesa-redonda, com pouco menos de duas horas, às estratégias para o controle da esquistossomose. O *filet mignon* do debate foi como sempre a imunologia (por exemplo, a produção de vacinas) e o desenvolvimento de novas drogas para o tratamento da doença.

A produção de vacinas tem negado fogo ao longo de várias décadas de pesquisa intensa e cara. Quanto à quimioterapia, já existem drogas que lidam eficientemente com o problema. Atualmente, aliás, o uso de medicamentos parece ser o método mais expressivo, se não o único, de combate à esquistossomose no Brasil. O problema é que, em função das dificuldades de distribuição da droga, mesmo as pessoas já curadas podem voltar a se infectar quando utilizam de novo a água contaminada. Para que essa estratégia tenha sucesso na erradicação da doença, o tratamento dos doentes deve ser muito abrangente e con-

tinuado até que o ciclo de vida do parasito seja interrompido.

É interessante comparar os orçamentos envolvidos nessas duas frentes de ataque. Construir esgotos em todos os municípios afetados não sairia barato. Estimativas já atingiram valores que variam entre R\$ 160 bilhões e R\$ 180 bilhões. A pesquisa, em A esquistossomose é uma doença 'de pobre', o que no Brasil a torna pouco importante

contrapartida, ficaria mais em conta? Talvez não. Se somarmos os auxílios, nacionais e internacionais, destinados a pesquisas na área da esquistossomose ao longo de 40 anos, o total possivelmente não ficaria muito aquém dos valores citados. A escolha objetiva, portanto, não é complicada. Parece claro que, independentemente da pesquisa, investir em saneamento básico traria o retorno desejado. Então, como interpretar a relutância em abraçar entusiasticamente essa empreitada? A resistência parece estar no fato de que esgotos são dispositivos pouco sofisticados e subterrâneos, portanto invisíveis – o que não atrai o interesse de políticos ou gestores em geral. Além disso, a esquistossomose é uma doença 'de pobre', o que no Brasil a torna pouco importante.

# RIOS SUBTERRÂNEOS:

Cerca de um quarto dos países do mundo enfrenta hoje problemas de abastecimento de água, o que causa inúmeros conflitos. Mesmo no Brasil, que tem uma das maiores reservas de água doce do planeta, a escassez desse recurso essencial é sentida em vários lugares, com destaque para a seca no Nordeste. Até São Paulo, a maior cidade do país, convive com o racionamento ou a simples falta de água, e já se cogitou transpor as águas do distante aqüífero Guarani para abastecer a metrópole. A idéia de levar as águas de 'reservatórios' naturais subterrâneos para outras áreas pode reforçar uma noção popular incorreta: a de que essas águas 'correm' como rios dentro da terra, bastando localizá-los para resolver os problemas de escassez. O mito resulta da dificuldade de entender o que não se pode 'ver'. As águas presentes na superfície são diretamente conectadas com as do subsolo, mas essas últimas estão contidas em rochas, o que torna necessário realizar mapeamentos e estudos geológicos para otimizar seu aproveitamento e evitar contaminação por poluentes.

#### Celso Dal Ré Carneiro

#### Heraldo Cavalheiro Navajas Sampaio Campos

Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

#### José Luiz Galvão de Mendonça

Escritório Técnico em Araraquara, Departamento de Águas e Energia Elétrica, Governo do Estado de São Paulo

# MITO OU REALIDADE?

#### Períodos de estiagem são férteis em 'soluções milagrosas' para

amenizar a escassez de água que atinge várias regiões do país. O Brasil tem uma das maiores redes hidrográficas do planeta, e só a Amazônia contém um quinto da água doce disponível no mundo, além de um terço das florestas tropicais, uma biodiversidade valiosíssima e riquezas incalculáveis no subsolo. Ampliar o conhecimento sobre nossos recursos hídricos e temas relacionados – e, sobretudo, promover a educação ambiental – são medidas importantes para o uso racional e a proteção da água que talvez seja, para o ser humano, a mais importante riqueza natural.

Além da questão histórica da seca nordestina, a falta de água já atinge muitas outras áreas do Brasil. Uma solução está na água subterrânea, acumulada em rochas permeáveis ou semipermeáveis que podem armazenar e transmitir essa substância – são os chamados aqüíferos. No mundo, esses 'reservatórios' naturais de água doce só são superados pelo gigantesco volume presente nas calotas polares, geleiras e neves do alto das montanhas. A noção de abundância da água subterrânea é comum entre a população, assim como a idéia equivocada de que tais águas circulam livremente, como se fossem 'rios' sob o chão. Mesmo levando em conta o grande volume armazenado nos aqüíferos, é polêmico afir-

mar que a água de boa qualidade nunca vai acabar. A qualidade desse recurso é um fator relevante, até porque águas contaminadas por substâncias químicas ou microrganismos podem provocar algumas doenças ou transmitir outras (cólera, esquistossomose etc.) e trazer prejuízos aos ambientes naturais onde circulam.

Um país que tenha suprimento seguro de água deve cuidar de suas reservas com tanta atenção quanto aqueles que sofreram conflitos devido à falta desse recurso. Deve-se sempre combater o desperdício de água, além de proteger os aquíferos e preservar sua qualidade. Essa preocupação levou o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) a baixar, em abril deste ano, a Resolução 396, que trata da classificação das águas subterrâneas e de sua utilização segura. A classificação baseia-se em características hidrogeoquímicas e níveis de poluição e visa prevenir e controlar a poluição, protegendo a qualidade dos aqüíferos. São estabelecidas cinco categorias para essas reservas, além de uma 'classe especial', reservada a aquíferos essenciais para a preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral ou que alimentem corpos d'água superficiais também classificados como 'especiais'. Para manter a qualidade das águas, em cada categoria, a resolução determina a criação,

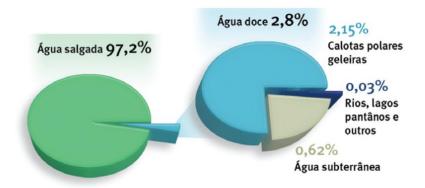


Figura 1. De toda a água existente na Terra (1,38 quatrilhão de km³), a água doce representa 2,8% e as águas subterrâneas apenas 0,62%

pelos órgãos ambientais, de 'áreas de proteção de aqüíferos', 'perímetros de proteção de poços de abastecimento' e 'áreas de restrição e controle do uso da água subterrânea'.

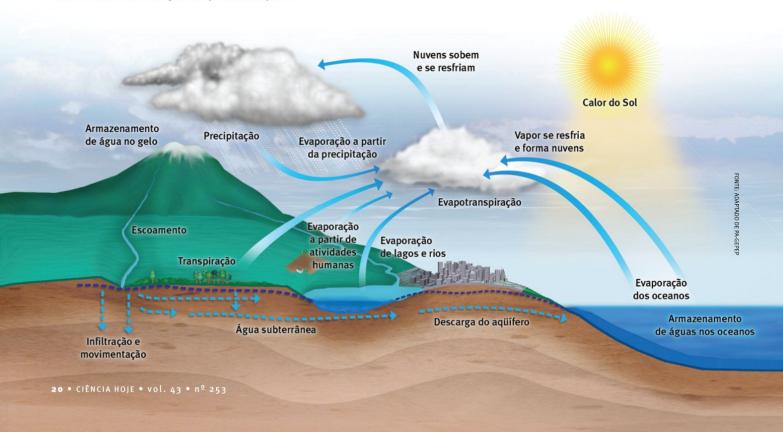
O cuidado com essas reservas deve ser constante. Por ser um recurso estratégico, o uso da água doce desperta polêmicas apaixonadas, como no caso da privatização de serviços públicos (cidades como Paris adotaram o caminho inverso – da 'desprivatização' – para que os serviços de água retornem ao controle público), do projeto de transposição de águas do rio São Francisco, no Nordeste, ou mesmo da proposta de usar o gigantesco aqüífero Guarani para abastecer a cidade de São Paulo.

Figura 2. O ciclo hidrológico inclui os mecanismos de transferência contínua da água, na Terra, da superfície para a atmosfera e de volta à primeira por meio das precipitações, além dos reservatórios naturais como a água dos lagos, a neve das montanhas, o gelo dos pólos e os aqüíferos

# Disponibilidade, consumo e desperdício

A água circulante, formada pelas nuvens, pela chuva e por rios e lagos, é continuamente renovada (figura 1). Em princípio, portanto, a quantidade total de água disponível não diminui, pelo menos a da parcela disponível para consumo humano. Convém distinguir, dentro do contexto deste artigo, os termos 'demanda' e 'consumo': o primeiro está ligado à idéia de 'necessidade', enquanto o segundo corresponde à de 'gasto, utilização efetiva'. Se não houve redução da disponibilidade, por que o 'precioso líquido' está se tornando mais escasso?

A explicação para a crise, segundo muitos estudiosos, está no aumento da população humana, em práticas ambientalmente inadequadas e no estilo de vida atual. Embora a tecnologia tenha expandido a capacidade humana de captar água para seu consumo, a disponibilidade relativa tornou-se crítica, devido a vários fatores. O aumento da população mundial estimula a produção agrícola e industrial,



elevando a demanda, e impõe uma crescente ocupação das terras, afetando a qualidade de muitos mananciais. Os padrões de consumo excessivo ampliaram de modo quase ilimitado a demanda. Finalmente, o lançamento de resíduos industriais e domésticos, sem controle, em águas correntes, contamina as reservas e dificulta seu aproveitamento.

Nas sociedades desenvolvidas, a demanda total por água cresceu seis vezes entre o início e o final do século 20. Apenas nas lavouras de todo o mundo são utilizados cerca de 2,6 trilhões de m³ de água por ano. A irrigação, a introdução de espécies de alto rendimento e o uso de fertilizantes e agrotóxicos elevaram o rendimento das culturas, mas também a exigência de água.

As estatísticas revelam que o consumo por pessoa cresce geometricamente com o aumento da renda de uma população: em média, um norte-americano consome mais de 500 litros por dia. Se cada pessoa precisa de (ou 'demanda') cerca de 110 litros de água por dia para atender às necessidades de alimentação e higiene, segundo estimativa da Organização das Nações Unidas, e se em algumas regiões do Brasil o consumo per capita chega a mais de 200 litros diários, isso significa que nessas regiões cada indivíduo gasta todos os dias cerca de 90 litros a mais que o necessário. Isso, em parte, não está relacionado ao aumento de renda da população, e sim ao hábito do desperdício (tomar banhos demorados, escovar os dentes com a torneira aberta, lavar calçadas e carros com mangueiras etc.) em um país que detém 12% de toda a água doce disponível no planeta.

Como disse o geólogo Luiz Fernando Scheibe, no livro *Os círculos da água* (2007), "a lógica industrial volta a se encontrar com a água, como nos começos da Revolução Industrial. E toda a produção agrícola e industrial demanda quantidades enormes de água,

que exportamos na forma dos grãos ou da carne: a produção de 1 kg de frango consome 2 mil litros de água! E assim o alumínio, a celulose e o papel. Sem contar os dejetos e os rejeitos dessas indústrias, despejados também nas águas correntes".

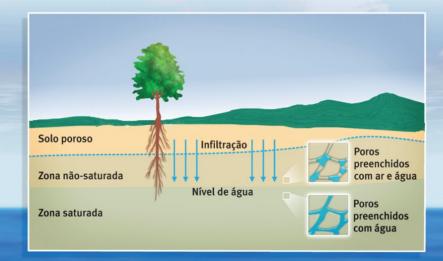
Os problemas que afetam as águas superficiais têm levado, no Brasil, a propostas de uso das reservas subterrâneas (os aqüíferos) para garantir o abastecimento de grandes cidades. No entanto, a suposição de que a água superficial e a subterrânea se comportem de modo distinto, sem relação entre si – até livros escolares contêm ilustrações mostrando lagos e rios isolados sob o chão –, é incorreta. Esse mito é facilmente desmascarado quando entendemos o ciclo da água na natureza.

#### As águas subterrâneas

A água é encontrada, na natureza, nos três estados da matéria (sólido, líquido e gasoso), e sofre continuamente mudanças de estado, associadas à constante movimentação dessa substância. A água líquida transforma-se em vapor e sobe na atmosfera, formando nuvens, dentro das quais surgem gotas ou cristais de gelo que, sob determinadas condições, precipitam-se na forma de chuva, neve ou granizo (figura 2). Uma parte forma córregos, rios e lagos, até atingir o oceano, mas outra parcela infiltra-se no solo, dependendo do tipo de rocha existente, e pode ser armazenada no subsolo, onde também se movimenta.

O solo exibe duas zonas distintas, em função da presença de água: a saturada (inferior e preenchida pela substância) e a não-saturada (superior, praticamente seca). O limite entre essas zonas, chamado de nível d'água ou 'lençol freático', tende a acompanhar, de modo 'suavizado', o relevo observado na superfície (figura 3). O nome 'zona saturada' é mais

Figura 3. A água infiltra-se no solo, formando uma zona não-saturada, onde os poros não estão totalmente preenchidos, e uma zona saturada, mais profunda



adequado, já que aqüíferos não são 'lençóis', mas unidades tridimensionais: têm largura, comprimento e profundidade. Esses reservatórios naturais são as águas subterrâneas, ou seja, aquelas não-retiradas pelas plantas, que são filtradas no solo e no subsolo, onde preenchem os espaços vazios existentes na estrutura de diferentes rochas.

Essas águas podem retornar naturalmente à superfície, em fontes e nascentes de rios e córregos. Também podem ser captadas por meio de poços escavados às vezes manualmente (com extração por baldes ou bombas) ou em poços tubulares feitos com equipamentos de perfuração, que podem ter dezenas, centenas ou mesmo poucos milhares de metros de profundidade.

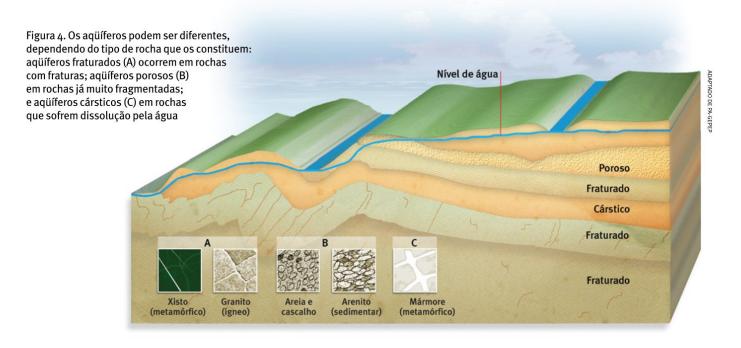
Quando regamos uma planta, a água se infiltra devido à atração gravitacional, que 'puxa' tudo para baixo. Alguns solos e rochas são impermeáveis (ou quase) e por isso a infiltração é muito baixa ou nula. As rochas cristalinas - ígneas (geradas pela solidificação de magma, no interior da Terra, ou lava vulcânica, na superfície) ou metamórficas (geradas por transformações físicas ou químicas de outras rochas no estado sólido, sem fusão) - são maciças, mas têm fraturas internas que permitem acúmulo de água. As rochas arenosas (compostas pela sedimentação de grãos de areia) são as mais adequadas para armazenar esse recurso, pois apresentam maior porosidade (espaços vazios entre os grãos) e permeabilidade. Já os conglomerados, formados por seixos e grânulos, exibem altas taxas de porosidade e permeabilidade, graças aos espaços entre essas partículas e à comunicação entre eles. Para que um meio seja permeável, não basta ser poroso: é preciso que os vazios se intercomuniquem (figura 4).

Como os diferentes tipos de rochas não ocorrem de modo uniforme em todos os locais, o acúmulo de águas subterrâneas varia de um local para outro. A variedade de rochas e de estruturas internas que as tornam capazes de armazenar água exige estudos geológicos antes da abertura de qualquer poço.

Certas rochas são mais resistentes que outras ao intemperismo (ação de fatores físicos, químicos e biológicos ao longo do tempo), que as decompõe, alterando sua estrutura e sua composição, e as transforma lentamente em solos e sedimentos. Solos formados por rochas decompostas, como o saibro, são com freqüência mais porosos e permeáveis que a rocha original. Em calcários (rocha sedimentar) e mármores (metamórfica) predomina a dissolução química – a água infiltra-se por fraturas preexistentes e dissolve gradualmente o material, gerando vazios que, com o tempo, podem dar origem a amplas cavernas.

Portanto, as águas que se infiltram no subsolo não formam 'rios' subterrâneos, lagos ou 'veios d'água', como muitos imaginam, mas ficam armazenadas em rochas que apresentam as características adequadas. Esses materiais atuam como 'esponjas' no subsolo, absorvendo e acumulando água. As únicas exceções são as rochas calcárias, passíveis de dissolução pelas águas que se infiltram – apenas nelas a água se movimenta em canais descontínuos (figura 5) parecidos com rios subterrâneos.

A ocorrência de águas subterrâneas, sem importar a profundidade em que se encontrem, depende de rochas que tenham porosidade e permeabilidade. Isso derruba outra crença, a de que quanto mais profundo um poço, maior sua capacidade de produzir água.



Um aqüífero limitado, no topo e na base, por camadas de rochas impermeáveis é chamado de 'confinado'. Se a camada superior for semipermeável, diz-se que o reservatório é semiconfinado. Nesses casos, a água fica armazenada sob pressão maior que a atmosférica. A perfuração de um poço em aqüíferos desse tipo fornece uma saída para a pressão, o que 'empurra' a água em direção à superfície pelo canal perfurado. Se a água chega à superfície sem bombeamento (figura 6), o poço é denominado 'artesiano' (se for necessário bombear a água, o poço é semiartesiano). Os aqüíferos também podem ser 'livres', ou seja, ter apenas uma camada inferior limitante, sendo a parte superior aberta. Nesse caso, a pressão é insuficiente para trazer a água até a superfície.

A água subterrânea pode estar armazenada sob a superfície há anos, séculos ou até milênios. A

extração pode reduzir sua quantidade, mas o recurso é 'renovável' enquanto houver reposição pela água infiltrada. A 'recarga' do aqüífero depende das taxas de infiltração, do regime de chuvas na região e da vegetação. Nas cidades, a impermeabilização do solo por ruas e construções exige soluções artificiais para aumentar a recarga: algumas cidades modernas ocupam quarteirões inteiros com 'bacias de espera' para água de chuva, forradas na base com areia para aumentar a infiltração. A recarga de aqüíferos é considerada até no projeto de edifícios e rodovias ultramodernos.

O aumento da demanda de água resulta, em algumas cidades, na maior utilização das reservas subterrâneas, o que nem sempre é feito do modo correto. O bombeamento excessivo e a interferência entre poços muito próximos causam o rebaixamento do nível dessa água. Em um aqüífero que não apresenta grande pressão interna, a água permanece, após a perfuração e antes do bombeamento, no chamado 'nível estático'. Quando é bombeada, o nível baixa aos poucos até se estabilizar no 'nível dinâmico'. Em três dimensões, forma-se ao redor do poço, no subsolo, um 'cone de rebaixamento' do nível da água cujo tamanho depende da permeabilidade da rocha armazenadora. Em rochas menos permeáveis, a água de áreas mais distantes demora mais para fluir até os espaços deixados pela água

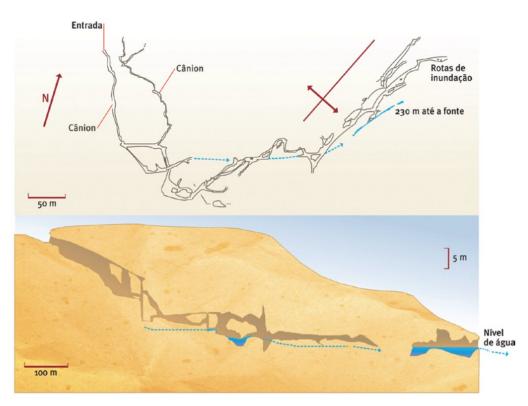


Figura 5. Mapa da caverna calcária de Onesquethaw, em Nova York, e perfil desde a entrada até a saída de água, próxima à fonte. As escalas vertical e horizontal são diferentes

extraída. Se outros poços são perfurados nas proximidades, tornando a taxa de extração maior que a de recarga, o nível da água baixa ainda mais e o aqüífero tende a se esgotar.

#### Mananciais do Sudeste

As regiões Sudeste e Sul do Brasil, em parte localizadas sobre a formação geológica denominada bacia sedimentar do Paraná (figura 7), apresentam vários grandes aqüíferos, batizados de acordo com o nome dos conjuntos de rochas (chamados de unidades litoestratigráficas) a que estão associados. Trataremos de apenas três deles.

O aqüífero Bauru é aflorante, ou seja, o nível da água acompanha aproximadamente o traçado do relevo em quase toda a sua extensão, e foi formado por camadas arenosas e argilosas depositadas alternadamente, no passado, por rios. Apresenta média produtividade (inferior a 50 m³ por hora), devido à variação vertical e lateral de rochas e à pequena espessura. Já o aqüífero Serra Geral, que se comporta como aqüífero fraturado, é constituído por rochas vulcânicas impermeáveis e duras, formadas durante a separação entre a América do Sul e a África (ver 'Vulcões no Brasil', em *CH* nº 62). Onde a rocha

original está alterada ou muito fraturada, alguns poços atingem vazões entre 50 e 60 m³ por hora, mas em média sua produção é de 15 m³ por hora.

O mais importante é seguramente o aqüífero Guarani, com 1,2 milhão de km², que se estende do Centro-oeste e Sudeste do Brasil ao Sul e até regiões no Paraguai, na Argentina e no Uruguai. A reserva de água, estimada em 45 mil km³, é suficiente para abastecer 150 milhões de pessoas durante 2,5 mil anos. É constituído por rochas arenosas, com até 550 m de espessura, acumuladas pela ação do vento (ver 'Botucatu: o grande deserto brasileiro', em *CH* nº 143), e, em sua maior parte, é confinado na base e no topo. A água atinge vazões da ordem de 500 m³ por hora e aparece, nos poços, aquecida em até 49°C, devido ao calor interno da Terra.

Na região Noroeste do estado de São Paulo, 95,5% dos municípios dependem do recurso hídrico subterrâneo para abastecimento público. Onde o aqüífero é aflorante e de fácil perfuração, a intensa ex-

tração dessas águas exige controle para evitar a superação da taxa de recarga local e a contaminação. A possibilidade da contaminação dessa imensa reserva torna necessários estudos sobre a dinâmica e a vulnerabilidade de suas áreas de recarga a poluentes agrícolas e industriais e a resíduos urbanos.

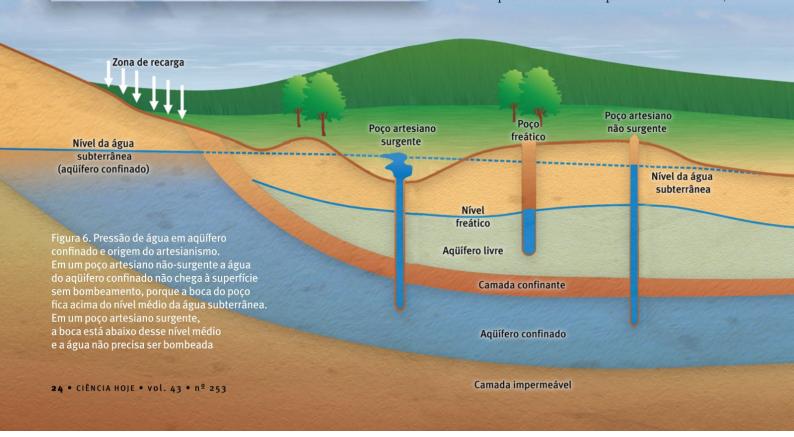
A polêmica sobre a utilização do aquífero Guarani intensificou-se devido a estudos que apontam a necessidade da transposição de suas águas para abastecer a grande São Paulo. O reservatório, alvo da atenção de organismos nacionais e internacionais, é visto como o 'salvador da pátria' nesse caso. Entretanto, por se tratar de um recurso estratégico, qualquer intervenção deve ser amplamente discutida e apoiada em sólida base científica, para que o empreendimento não se torne uma nova versão do extinto Paulipetro (1979-1982), consórcio formado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pela Companhia Energética de São Paulo (Cesp) para encontrar petróleo no território estadual. A empresa não obteve sucesso e gerou, para os cofres públicos estaduais, prejuízos superiores a US\$ 600 milhões.

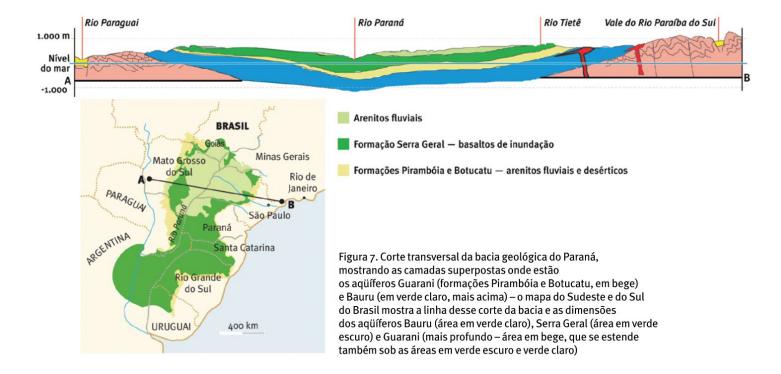
#### Pesquisas em geociências

Os autores deste artigo são geólogos e professores que se dedicam a diferentes estudos em geociências. Celso Dal Ré Carneiro realiza pesquisas sobre uso de recursos didáticos no ensino teórico-prático de geologia e na divulgação das ciências da Terra. Heraldo C. N. Sampaio Campos e José Luiz G. de Mendonça atuam na área de hidrogeologia e na modelagem de reservatórios de água subterrânea. Os três publicaram ou participaram de livros e têm diversos trabalhos publicados em revistas científicas do Brasil e do exterior.

#### Um direito humano

A questão do uso dos recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, é tão complexa e importante que ultrapassa sistemas políticos, limites territoriais ou níveis de desenvolvimento técnico, social e econômico. Até porque as fronteiras fixadas pelas sociedades não interferem nos processos geológicos e naturais de distribuição da água na Terra. A água é um bem público e essencial para a saúde humana,





e por isso o acesso a ela é um direito da população. Como é obrigação do poder público cuidar de setores essenciais à qualidade de vida dos cidadãos (como educação, moradia e transporte), os governos devem garantir que nenhum cidadão seja privado desse recurso insubstituível, que deve ser fraternalmente compartilhado e não utilizado como mercadoria.

Uma grande preocupação atual é a adoção, em muitas áreas do mundo, de medidas que visam privatizar o abastecimento de água, que podem dificultar o acesso de parte de seus habitantes a esse recurso vital. Algumas experiências, como mencionado antes, vêm sendo revertidas devido ao insucesso. Também é preciso considerar a importância estratégico-militar dos recursos hídricos, pois disputas em torno da água podem motivar guerras, como ocorre, por exemplo, em regiões do Oriente Médio. Ali, o controle da distribuição e utilização da água é cenário permanente de tensões e conflitos. O Brasil, mesmo tendo mais de um décimo da água doce do mundo, não pode permitir que a gestão inadequada e o desperdício gerem problemas desse tipo. A proteção é uma preocupação não menos importante, já que um aqüífero contaminado estará, na prática, condenado.

# SUGESTÕES PARA LEITURA CARNEIRO, Celso D.R. (Ed. cient.) Geologia (série Ciência Hoje na Escola, v. 10). São Paulo, Global/SBPC, 2000. FLEEGER, Gary M. The geology of Pennsylvania's groundwater (Educ. Series 3), Pennsylvania Geological Survey, 1999 (disponível em www.dcn.state.pa.us/topogeo/education/es3.pdf). PA-GEPEP, Pennsylvania Groundwater Policy Education Project. Groundwater. A prime for pennsylvanians. League of Women Voters of Pennsylvania Citizen Education Fund (sem data). ROCHA, Gerôncio A. 'O grande manancial do Cone Sul', in Estudos Avançados (USP), v. 11(30), p. 191, 1997. SCHEIBE, Luiz F. Os circulos da água. Florianópolis, Departamento de. Geociências/UFSC, 2007 (disponível em www.cfh.ufsc.br/~laam/apresentapdf.htm). SILVA, Rosa B. G.. s.d. Águas subterrâneas: um valioso recurso que requer proteção — Sistema Aqüífero Guarani (s/ data, disponível em www.sg-guarani.org/microsite/pages/pt/info\_aguas.php)

Como em toda ficção, na literatura de Machado de Assis o autor não é categoria biográfica, uma pessoa, mas a forma simbólica de uma sensibilidade artística modelada na enunciação como estilo singular. O estilo não é o homem, mas o destinatário - o ouvido do autor. Para falar dele, lembro, com o teórico literário alemão Robert Weimann, que as narrativas de ficção têm duas funções: representação e avaliação. A primeira corresponde ao mundo imaginário inventado poeticamente pelo autor; a segunda é o juízo sobre a história que comunica retoricamente no estilo para o leitor. A partir de Memórias póstumas de Brás Cubas, principalmente, o autor Machado de Assis passou a integrar de modo assimétrico a representação e a avaliação em suas histórias.

#### João Adolfo Hansen

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo





# e avaliação na literatura de Machado de Assis

Quincas Borba, Dom Casmurro, Esaú e Jacó e Memorial de Aires são histórias cuja referência principal é a família patriarcal da classe alta carioca e seus satélites (clientes, agregados e escravos) no tempo do Segundo Reinado e da Primeira República. A existência de seus personagens é fundamentada no formalismo das leis do Império. Os personagens vivem os ideais e as contradições de seu mundo, reproduzindo as verdades que lhes dão sentido. Até aqui, tudo seria muito convencional, pois Machado faz o que fazem outros autores de seu tempo.

A diferença decisiva é que, a partir de *Memórias póstumas*, seus romances também são histórias dos atos enunciativos que os compõem. O autor inventa pseudo-autores que discutem as convenções do estilo com o leitor e contra o leitor. Eles o interpelam continuamente como testemunha de seus atos de leitura do texto que escrevem ou contam, propondo-lhe versões alternativas.

Brás Cubas, Dom Casmurro, Aires e os narradores agem 'na' enunciação e falam de si mesmos ou comentam a história em que inventam um passado. Mas também agem 'por meio' da enunciação, fazendo do leitor um co-autor continuamente ironizado. Crer é obedecer, sugerem. A provável descrença decorrente da decomposição das opiniões não obedece e é livre. Para quê?, pergunta o leitor cheio de boas intenções. Para ocupar outro lugar da enunciação, evidenciam, onde seu sentido como descrença vai ser de novo decomposto, para de novo ocupar outro lugar que será novamente decomposto. Não há um termo primeiro, uma verdade, em nome de que a decomposição da opinião seja feita. Todo primeiro é só primeiro como elemento da seleção que o põe como matéria do argumento para logo dissolvê-lo em outra coisa. Não é à toa que Brás Cubas é um morto que escreve e Dom Casmurro um desmemoriado que escreve imaginando a lembrança.

Quando se observam esses dois modos de agir na linguagem, a narração das histórias aparece como singularidade de um ato de fingir ordenado como dois gêneros: é ato épico, que narra uma história de vida fictícia transformando como matéria da mesma as opiniões verdadeiras do leitor; e ato dramático, que, dialogando com ele, dissolve a solidez das certezas supostas nas matérias sociais transformadas na invenção dos enunciados da narração. A operação é fundamentalmente irônica, ou seja, consciente de que o estilo acumula níveis intotalizáveis de recepção que não podem ser reduzidos a um único princípio de interpretação exterior a si mesmo.

#### Funcionalidade contínua

Evidentemente, é possível interpretar os enunciados das histórias de Machado de Assis. Mas ele é sempre novo porque escreve em um regime de funcionalidade contínua que evidencia a contingência de uma enunciação que não pressupõe unidades. Em seus textos pode haver 'enigmas', como o da tão (mal) falada Capitu. Mas todas as significações de unidades supostamente 'primeiras' neles efetuadas (as de Deus, ser, indivíduo, real, razão, amor etc.) também são apenas contingentes, como referências exteriores produzidas pelo ato da enunciação indicativa de que os fundamentos da semelhança estão abalados, pois os sistemas de verdade estão arruinados. Mas o próprio regime de funcionalidade contínua tem sentido e é o produzido no ato da enunciação como sentido expresso no devir das decomposições das opiniões. Assim, o que está em jogo no estilo do autor Machado é a significação estética e política de atos de enunciação contingentes que compõem funcionalmente a ruína das unidades que até 1880 davam significação substancial a coisas, pessoas, ações e eventos particulares do Império.

O autor compõe enunciados gramaticalmente próprios, corretos e elegantes. Mas desloca-se digressivamente por eles, minando sua significação. Seu estilo propõe uma noção qualquer como objeto de exame, comparando suas significações com referências filosóficas, políticas, históricas, literárias, morais, econômicas, bíblicas, mitológicas etc., que são citadas na cena do argumento como exemplificações de idéias, à moda das sentenças dos moralistas franceses, espanhóis e portugueses do século 17. Os enunciados, sempre gramaticalmente corretos, são atravessados pela técnica retórica da afetação de frivolidade do autor, que avança como que negligente e desdenhoso sobre assuntos disparatados, deixando para trás fusões inesperadas de conceitos que divertem o leitor como divergências perversas, chistes, gracinhas malvadas, duplos sentidos, gravidades relativizadas por ridicularias, desaforos, agressões, agudezas...

Com a técnica que afeta a frivolidade, o autor costuma fazer a enunciação de seus pseudo-autores e narradores agir em três tempos: no primeiro, aplicam duas metáforas ao tema tratado, uma trágica, séria, e outra baixa, cômica; em seguida, encontram traduções para elas em coisas distantes da referência imediata do discurso, baixas e ridículas para a metáfora alta, elevadas e sérias para a metáfora baixa, misturando-as em um terceiro termo que produz a equivalência de cômico e trágico, riso e gravidade, exaltação e depressão, euforia e melancolia. No terceiro momento, voltam a examinar as metáforas e as tomam ao pé da letra ou retomam um de seus significados para reiniciar a operação.

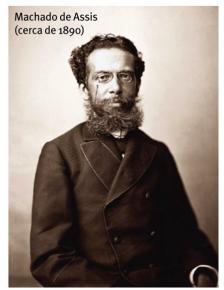
### Humor apátrida

A digressão depende dos pseudo-autores e narradores, mas também da palavra de seu outro, o leitor. Ela inclui as idéias feitas do leitor como matéria para a ironia dramática do autor que, borboleteando sobre assuntos disparatados que aparentemente nada têm a ver com a história que narra, retarda o tempo dos seus acontecimentos para sugerir que podiam ser contados de outros modos. A funcionalidade contínua, que evidencia a contingência de uma enunciação que não pressupõe unidades, evidencia também o arbitrário da direção narrativa e dos meios usados para conferir verossimilhança ao discurso.

Propõe ao leitor que está sendo lido por um artifício que cita, estiliza e parodia textos literários, científicos, religiosos, políticos e discursos informais de senso comum como sátira de suas representações. Sem, contudo, adotar a posição

comum aos satiristas, que é a de 'falar em nome de' ou a de 'falar contra'. Nas partes e no conjunto, o que ocorre é a neutralização recíproca dos enunciados no vazio humorístico. Diferentemente da ironia, que é sempre uma velha senhora muito socrática que fala em nome de verdades da moral e dos bons costumes da cidade, o humor efetuado pelo uso dela como procedimento relativizador de certezas é apátrida.

A abrangência temática da técnica de figurar misturas é teoricamente ilimitada, e o autor a aplica como exposição sério-cômica das ruínas de um tempo, o Império. Para isso, provavelmente a maior novidade de Memórias póstumas é a invenção



de Brás Cubas como mediação dramática entre o autor e o leitor. Como autor de sua própria história, Brás Cubas conta-a de dentro do imaginário de sua classe, a elite branca, latifundiária, escravista, católica, com a perspectiva parcial que naturaliza seus valores de classe. Ao contá-la, incorpora representações de outros homens e mulheres de outras classes legíveis nas matérias selecionadas pelo autor. A dissimetria estabelecida entre seus valores de classe e os de outros homens da sociedade representada em sua história é compositiva da sua autoria como escritor posto em relação com o leitor não só pela seleção das matérias representativas da sua e de outras classes, mas principalmente pela avaliação parcial que faz da parcialidade delas quando inevitavelmente as define e contrasta por meio dos valores da sua parcialidade de classe. Quando incorpora outras parcialidades, como as de escravos, mulheres, homens pobres, agregados, particulariza seu modo de contar como parcialidade de uma épica subjetiva.

Em todos os casos, as misturas tragicômicas efetuadas por meio da sistemática paródia de discursos institucionais e não-institucionais alertam o leitor para a questão da verdade das matérias sociais estilizadas nas vidas narradas nas histórias e da verossimilhança do estilo usado para contá-las. Advertem o leitor de que só pode concluir alguma coisa sobre o mundo representado se não ignorar o estilo que lhe comunica a perspectiva equívoca do juízo do autor sobre ele. É leitor de literatura, só alcança os conteúdos dos enunciados por meio do estilo.

#### Voz dissonante

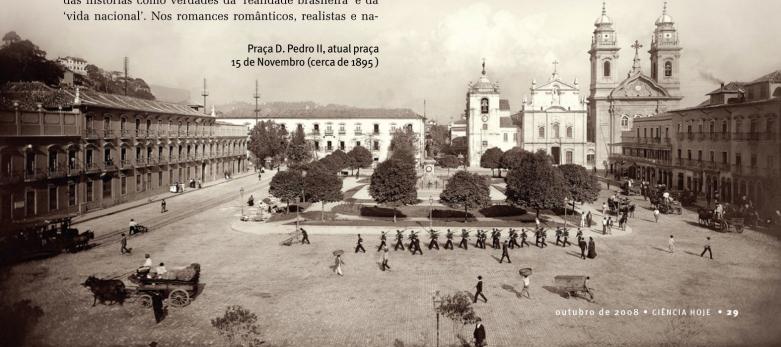
Essa é talvez a diferença decisiva da literatura de Machado de Assis em relação à de seus contemporâneos. Nas narrativas românticas, realistas e naturalistas brasileiras do século 19, a avaliação da representação formalizada no estilo tende a reproduzir as normas sociais vividas como verdades pelo leitor, que as reconhece nos conteúdos da vida imaginária das histórias como verdades da 'realidade brasileira' e da 'vida nacional'. Nos romances românticos, realistas e na-

turalistas, a quase-identidade de avaliação e representação faz o estilo corresponder à expectativa ideológica do leitor, que lê seus conteúdos como se a forma fosse natural e remissivamente derivada deles como um instrumento neutro, acessório e transparente para a comunicação de coisas já conhecidas. Em Machado de Assis, o estilo avança ao revés dos conteúdos porque em sua arte de funcionalidade contínua a questão da verossimilhança é central.

Qualquer discurso de ficção é verossímil quando é semelhante a outro considerado verdadeiro. A verossimilhança é um efeito semântico produzido quando o leitor relaciona o texto não com a realidade empírica, mas com outros discursos que constituem o campo semântico geral das explicações consideradas verdadeiras em sua sociedade. Os autores românticos, realistas e naturalistas brasileiros do século 19 as repetem para justificar ações e interpretar acontecimentos, tornando a ficção adequada àquilo que seu leitor contemporâneo considerava natural, habitual e normal que acontecesse na realidade e como realidade. Eles as aplicam motivando a ficção, fornecendo motivos que tornam as ações narradas plausíveis, adequadas às opiniões verdadeiras do leitor.

Desde *Memórias póstumas*, principalmente, a arte de Machado aparece ao leitor como funcionalidade que evidencia os condicionamentos materiais dos processos técnicos. Seus romances posteriores são inventados por essa mesma imaginação, que, para agir, destrói a ficção romântica, realista e naturalista fundamentada na reprodução de verdades que constituíam o Nacional. Sempre racionalmente controlada, sua imaginação evidencia que as noções de 'realidade' e 'realidade nacional' não são algo dado *a priori*.

Um dos principais procedimentos adotados pelo autor para produzir a incongruência de representação/avaliação é o uso da verossimilhança do gênero fantástico quando inventa os pseudo-autores. Um morto que escreve, Brás Cubas, um pseudônimo desmemoriado que lembra, Dom Casmurro, são por definição improváveis em termos rea-



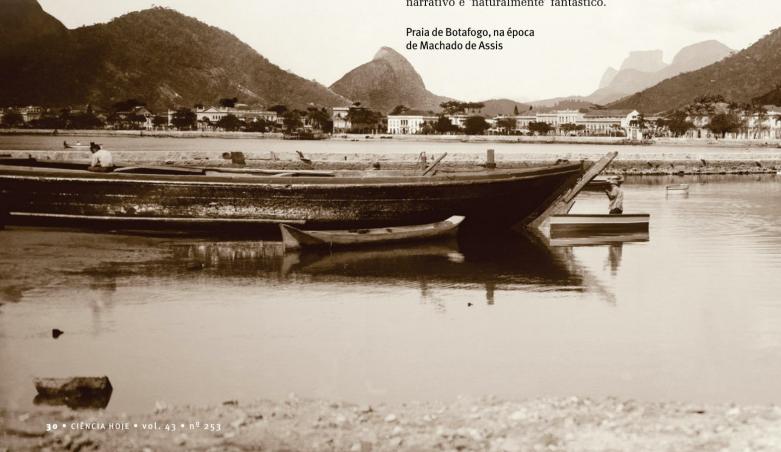
listas. Mas a verossimilhança deles é a do satirista Luciano de Samósata (c. 125-c. 181). Nesses casos, o autor constrói a representação como história de vida de homens ociosos da classe dominante. São autoritários, arrogantes, manipuladores, cínicos. Mas a avaliação deles pelo autor evidencia que são tipos humanos falsos. Como não são plausíveis, não seria conveniente crer nas histórias que narram, sobretudo se lidas por meio da verossimilhança romântico-realista-naturalista dos romances da época. Mas são admissíveis quando lidas como gênero fantástico, que recorre a convenções críveis para narrar o incrível e, com isso, levar às últimas conseqüências a evidenciação do artifício que dissolve avaliativamente as racionalidades das coisas tidas por verdadeiras.

A partir de *Memórias póstumas de Brás Cubas*, Machado fez do arbitrário da direção narrativa um dos eixos principais de sua arte, produzindo a imprevisibilidade que desnaturaliza os modos habituais da leitura como reconhecimento. A desnaturalização incide diretamente sobre a verossimilhança e indiretamente sobre os sistemas de representação das matérias sociais considerados verdadeiros, que tornam a verossimilhança plausível e previsível.

Graus de verossimilhança

O teórico de literatura francês Gérard Genette propôs três graus de verossimilhança semântica aplicáveis às narrativas. Nenhum deles é melhor ou pior e todos podem ocorrer. Falo esquematicamente sobre eles porque o autor Machado de Assis parece preferir um deles. O primeiro é o de um "grau zero" de marcas do verossímil. O discurso não apresenta explicação ou causa das ações dos personagens, e a ausência de explicação corresponde à suposição, partilhada pelo autor e leitor, de que o narrado é totalmente natural, habitual e normal. É o caso das narrativas românticas fundamentadas na ideologia amorosa e das narrativas realistas e naturalistas reprodutoras de ideologias científicas. É o caso também do exemplo, dado pelo escritor francês Paul Valéry (1871-1945), de início idiota de uma narrativa: "A marquesa saiu às 5 h", um enunciado considerado natural, que dispensa explicação. A existência de marquesas é fato, existe o hábito de sair, e a hora, 5 da tarde, não parece extraordinária. Da mesma maneira, se Brás Cubas dissesse "ou a minha vida adulta" no lugar de "ou a minha morte", no início de suas Memórias póstumas, nenhuma explicação seria necessária e nenhum leitor estranharia o enunciado. Mas como ele lê "ou a minha morte", é necessário dar continuidade à seqüência, que foge totalmente à expectativa do leitor habituado à evidência de que é falsa a idéia de que um morto possa escrever.

O segundo grau de verossimilhança é o das explicações que motivam o que é narrado. As explicações particularizam ou generalizam os motivos da ação. Quando diz que é um defunto autor, Brás Cubas dá uma explicação que remete o leitor para outro gênero de memória, a memória póstuma de gênero fantástico, já indicada no título do livro. Uma explicação particularizante é dizer que começar pelo fim deixa o escrito mais galante e mais novo. Tais explicações funcionam bem, pois fazem o leitor pensar que o artifício narrativo é 'naturalmente' fantástico.

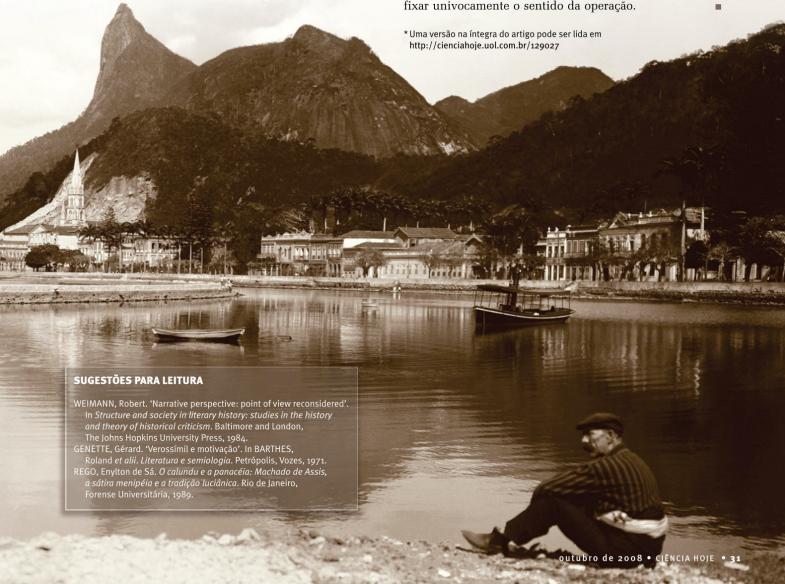


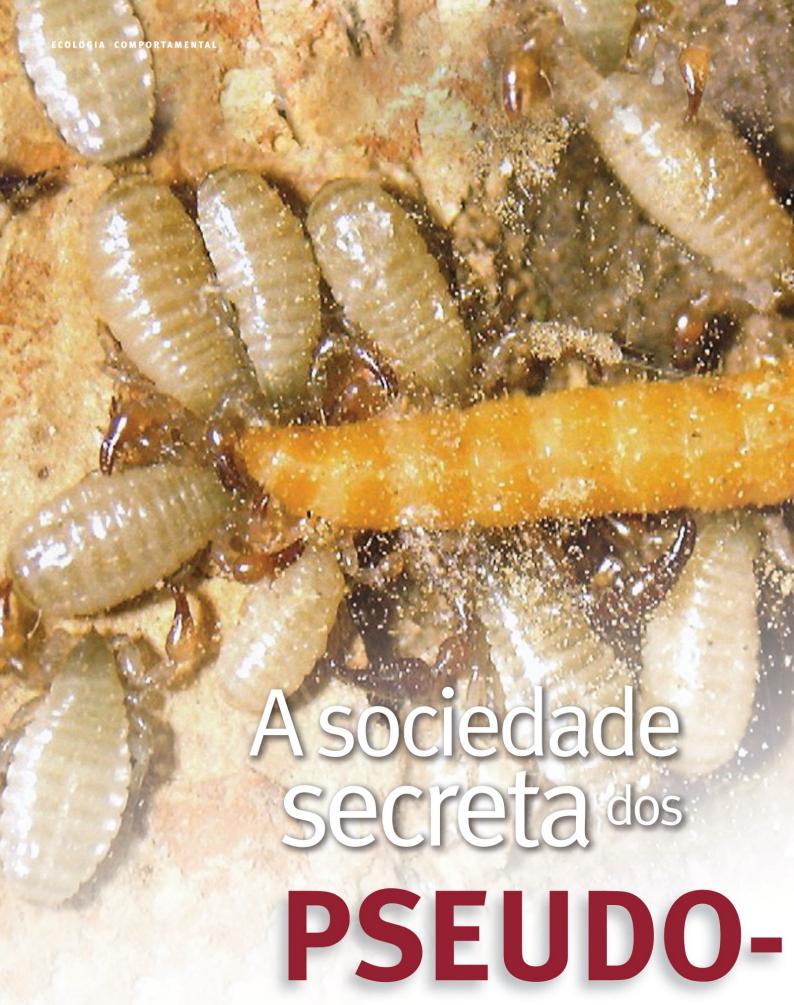
O terceiro grau pode ser o mais interessante. É o que os formalistas russos do início do século 20 chamavam de "procedimento a nu": a técnica que focaliza a enunciação, representando para o leitor o próprio ato que constrói o discurso. Desde 1880, quando Machado passou a citar, estilizar e parodiar os valores sociais encenados na representação de suas histórias, apropriou-se de procedimentos técnicos já usados pelo escritor irlandês Laurence Sterne (1713-1768) no romance A vida e as opiniões do cavalheiro Tristram Shandy, no século 18, e por Miguel de Cervantes (1547-1616), em Dom Quixote, no século 17, dando-lhes novas funções.

Um desses procedimentos é o da construção do romance como estrutura descontínua e freqüentemente atravessada por episódios que fragmentam a seqüência linear de "começo-meio-fim", usual nos textos românticos, realistas e naturalistas. A técnica demonstra imediatamente para o destinatário que a memória dos narradores e pseudo-autores é produto contingente de uma perspectiva avaliativa particular. A demonstração atinge o princípio de causalidade com que os romances românticos, realistas e naturalistas fundamentam, ordenam e legitimam a memória do

leitor, pois a técnica atinge o que o filósofo alemão Friedrich Nietzsche (1844-1900) chamava de "capacidade de recordar para frente", ou seja, o hábito de reproduzir o que já se sabe para se prever o que não se sabe, como se o tempo histórico fosse teleologicamente orientado. Esse hábito é próprio do leitor das representações contadas com começo, meio e fim lineares nos romances parodiados pela técnica machadiana: leitor habituado a ler reconhecendo o já conhecido, com o que prevê o que virá depois, totalizando o sentido da representação enquanto se inclui nela como representação de indivíduo liberal ou unidade orgânica de um mundo fundado na repetição substancial de leis de normalidade e naturalidade.

Por meio da avaliação divergente da representação, o autor Machado de Assis faz a significação e o sentido da história representada admitir versões contrárias simultaneamente válidas, relativizando ou dissolvendo a causalidade unívoca das ações e desnaturalizando a ficção. A assimetria estabelecida entre representação e avaliação pode significar muitas coisas, entre elas a recusa da causalidade substancial da vida das personagens das histórias representadas, sugerindo ao leitor que não há lei absoluta que possa fundamentá-las. Logo, que também não é possível fixar univocamente o sentido da operação.







Alguns curiosos animais, embora existam em quase todos os ambientes, com ampla variedade de espécies e grande número de indivíduos, passam despercebidos, em função do pequeno tamanho e dos hábitos de vida. Isso acontece, por exemplo, com os pseudo-escorpiões, diminutos 'parentes' dos escorpiões verdadeiros e das aranhas. Uma espécie encontrada no cerrado brasileiro vive em sociedade, o que é raro entre esses animais, e ainda exibe surpreendentes comportamentos de cuidados com os filhotes, entre eles o sacrifício da mãe para garantir o alimento de sua prole.

#### **Everton Tizo-Pedroso**

Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, Universidade Federal de Uberlândia

#### **Kleber Del-Claro**

Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia

#### Quando viajamos em um ambiente como o cerrado, seja a passeio

ou para estudos científicos, um aspecto que nos surpreende é a variedade de formas de vida ali existentes. Encontramos de pequenos arbustos a grandes e tortuosas árvores, além de uma impressionante riqueza de vertebrados e, especialmente, de invertebrados. No entanto, poucas pessoas atentam para o que ocorre sob as cascas das árvores, um dos muitos micro-hábitats desse bioma. Embaixo da camada de cortiça que recobre os troncos vive um pequeno animal, um predador voraz que ataca, em grupo, outros invertebrados até oito vezes maiores que ele, assim como matilhas de lobos caçam bisões ou alces. Esses miúdos caçadores são os pseudo-escorpiões sociais (figura 1).

ESCORPIÕES

Figura 2. Anatomia básica de um pseudo-escorpião – no detalhe, um indivíduo adulto de *P. nidificator* 



Figura 3. Colônia do pseudo-escorpião social *P. nidificator*, com parte dos indivíduos abrigados em câmaras de seda

Se esse nome parece estranho, é porque os pseudo-escorpiões são muito pouco conhecidos. Em geral, apenas os biólogos estão familiarizados com esse grupo. Como o nome sugere, os 'falsos escorpiões' são aracnídeos, ou seja, pertencem à mesma classe que aranhas, escorpiões e carrapatos. Com 0,5 a 10 mm de comprimento, eles parecem pequenos escorpiões, pois têm pinças semelhantes às desses animais, mas não exibem, como eles, a cauda alongada e terminada em um ferrão. O corpo dos

pseudo-escorpiões, dividido em cefalotórax (cabeça e tórax unidos) e abdômen, apresenta seis pares de apêndices: as quelíceras (associadas à câmara bucal), os pedipalpos ('braços' com pinças na extremidade) e quatro pares de pernas usadas para a locomoção (figura 2). Têm glândulas produtoras de

seda nas quelíceras e glândulas de veneno nas pinças.

Embora sejam quase desconhecidos, os pseudoescorpiões são abundantes e bem diversificados: existem mais de
3,3 mil espécies (0,2% das espécies animais descritas), distribuídas em 425 gêneros e 24 famílias. Eles ocorrem em todos os ambientes terrestres do mundo, exceto os mais írios, e são muito mais comuns que os escorpiões verda-

deiros, mas seu tamanho diminuto e seus hábitos furtivos fazem com que dificilmente sejam vistos na natureza.

A fauna de pseudo-escorpiões da América do Sul é pouco estudada, em especial no Brasil, mas estima-se que existam mais de 200 espécies (só na Amazônia são conhecidas 75). Esses animais ocupam ampla variedade de ambientes, como as folhas caídas no chão das matas, troncos de árvores e galhos em decomposição, espaços entre e sob as pedras, paredes de cavernas, ninhos de aves, tocas ou refúgios de mamíferos ou mesmo os excrementos (guano) de morcegos.

Na grande maioria das espécies, os pseudo-escorpiões têm vida solitária. Os indivíduos encontram-se apenas para o acasalamento. As interações com outros indivíduos da mesma espécie podem incluir ainda o canibalismo ou a necrofagia. O comportamento social é raro entre os aracnídeos. Estimase que menos de 0,5% das espécies conhecidas apresente alguma forma de vida comunal.

A expressão 'vida social' tem vários significados e graus de complexidade, mas esse termo é usado aqui para se referir às espécies que podem constituir colônias (permanentes ou sazonais) e apresentar ou não formas de cooperação (trabalho conjunto). Em aracnídeos, os casos mais conhecidos e complexos de socialidade ocorrem em algumas espécies de aranhas, que vivem em grandes colônias, cooperam na construção do ninho e atuam coletivamente na captura de presas (quase sempre outros invertebrados). Entre os pseudo-escorpiões, são conhecidas hoje apenas duas espécies que têm seus núcleos estabelecidos sob cooperação.



#### COLÔNIAS DIVERSIFICADAS

As espécies sociais *Paratemnoides elongatus* e *Paratemnoides nidificator* são encontradas desde a América do Sul até o sul da América do Norte. Tais aracnídeos ocorrem em vários biomas, entre eles o cerrado, considerado atualmente um dos ecossistemas mais ameaçados de extinção no mundo, tendo apenas 8% de sua área total intocados. Uma importante parcela da biodiversidade brasileira está nesse bioma, inclusive *P. nidificator*, que vive sob as cascas de suas árvores tortuosas.

A composição das colônias dessa espécie de pseudo-escorpião varia bastante. São observados agrupamentos formados por uma fêmea e seus filhotes, por um grupo pequeno de adultos com crias ou por até 200 indivíduos. Estruturalmente, essas colônias são compostas por várias câmaras de uso comunitário feitas de fios de seda. As ninfas (indivíduos jovens, sexualmente imaturos) constroem câmaras de 'muda', permanecendo abrigadas em seu interior, e as fêmeas adultas constroem câmaras de incubação das crias. Dispostas lado a lado, as câmaras formam um tipo de labirinto interconectado, com até 20 câmaras (figura 3).

Os pseudo-escorpiões adultos também se abrigam nesses 'ninhos' e saem para buscar alimento

(forrageio), para encontrar parceiros para a reprodução e para a dispersão e formação de novas colônias, quando necessário. O tamanho excessivo da colônia, a baixa disponibilidade de alimento e/ou a intensa competição por este são fatores que podem desestabilizar a cooperação no grupo. A fome às vezes causa canibalismo. Essas condições podem deflagrar os mecanismos de divisão de uma colônia.

A primeira estratégia de divisão da colônia é chamada de 'foresia múltipla'. Nela, vários pseudo-escorpiões adultos agarram-se simultaneamente aos apêndices de algum inseto maior que esteja nas proximidades e são carregados por este para outra árvore ou outro local apropriado. Essa forma de dispersão permite a migração desses pequenos aracnídeos de forma rápida e eficiente para locais distantes (figura 4). No entanto, apenas um pequeno número de pseudo-escorpiões (três a cinco indivíduos) terá tempo suficiente e espaço para se agarrar ao inseto vetor.

No segundo método, a fissão da colônia, forma-se um agregado pequeno (cinco a 20 indivíduos) que abandona o agrupamento de origem para buscar outro local e constituir nova colônia. Nesse mecanismo de dispersão o deslocamento do grupo que sai é reduzido: muitas vezes a nova colônia é estabelecida na árvore ao lado. Essa estratégia também pode envolver um número maior de indivíduos, o que dará à nova colônia chances melhores de successo na captura de presas.

Figura 4. Um
pseudo-escorpião
da família
Atemnidae
aproveitando a
'carona' de um
besouro para
procurar um local
para formar
nova colônia

Figura 5.
Um grupo de
Paratemnoides
nidificator
atacando
cooperativamente
uma operária
de formiga
do gênero
Camponotus



#### EMBOSCADA COOPERATIVA

Embora sejam muito pequenos (3 a 5 mm), os pseudo-escorpiões das espécies *P. nidificator* e *P. elongatus* são capazes de caçar (forragear) em grupo. Já foram observados, na América do Norte, grupos de *P. elongatus* capturando formigas que superam em 50 vezes a massa corporal de um desses aracnídeos. Na América do Sul, *P. nidificator* exibe habilidade semelhante para a captura de grandes artrópodes, como formigas, besouros e outros (figura 5).

Quando estão à espreita de uma presa, os adultos postam-se nas fendas de entrada das colônias, estendem seus pedipalpos (com os 'dedos' abertos) para fora e esperam. Ao se aproximar de uma fenda, a presa – um inseto, por exemplo – provoca minúsculas vibrações, na casca da árvore e no ar, que o pseudo-escorpião é capaz de sentir. Nesse momento, o aracnídeo agarra as pernas do inseto e, em segundos, outros adultos se lançam sobre este, impedindo sua fuga e inoculando veneno em suas articulações.

Depois que o veneno age, paralisando a presa, seu corpo é arrastado para a fenda na casca da árvore. O tempo necessário para subjugar e paralisar uma presa depende do tamanho desta. Assim, capturar com sucesso uma presa de grande porte exige um trabalho de equipe bem coordenado. Após a imobilização total da vítima, os pseudo-escorpiões perfuram suas articulações e introduzem as quelíceras para injetar um ácido digestivo, que dissolve seus tecidos, transformados em uma espécie de 'suco' que é consumido coletivamente.

Essas estratégias de emboscada cooperativa capacitam *P. nidificator* a caçar grande variedade de animais que também vivem nas árvores, os quais as freqüentam para buscar alimento ou as usam apenas como local de descanso. É surpreendente saber que esses pequenos aracnídeos são capazes de capturar mais de 50 espécies diferentes de invertebrados nos troncos das sibipirunas (*Caesalpinia peltophoroides*). As presas incluem grandes artrópodes (se comparados aos pseudo-escorpiões), como aranhas papa-moscas, formigas, besouros, percevejos e raramente outros tipos de animais.

#### **CUIDADO PARENTAL**

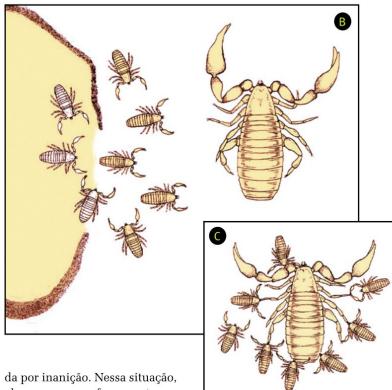
Além de viver em grupo, caçar cooperativamente e partilhar as presas, os pseudo-escorpiões apresentam outra característica muito interessante e incomum em invertebrados: o cuidado parental cooperativo, ou seja, proteger e alimentar não só a própria prole, mas também os filhotes de outros. De modo geral, todo pseudo-escorpião cuida de alguma forma de

Figura 6. A matrifagia, uma forma extrema de cuidado maternal, foi observada, no cerrado brasileiro, no pseudo-escorpião *P. nidificator*. (A) Em situações de falta de alimento para os filhotes, a fêmea de *P. nidificator* exibe um comportamento surpreendente. (B) Ela rompe a câmara de seda e a deixa, seguida pelos filhotes. (C) Em seguida, se deixa atacar, sem resistência, servindo de alimento para sua prole

seus filhotes, mas a complexidade desse comportamento varia segundo a espécie. Até recentemente, os casos conhecidos mais elaborados de cuidado à prole estavam descritos para representantes da família Atemnidae, na qual pode existir uma extensão do período de permanência da mãe (até três semanas) com seus filhotes, como acontece na espécie Atemnus polistus.

Entretanto, os estudos de nosso grupo no cerrado brasileiro, com essa mesma família (que inclui o gênero Paratemnoides), revelam estratégias de vida social que vão muito além do simples viver em grupo e de algum grau de cuidado maternal. Nesse bioma, os adultos de P. nidificator cuidam cooperativamente de seus filhotes até que estes se tornem adultos, o que significa mais de sete meses. As fêmeas permanecem no interior do 'ninho' (a câmara de incubação) protegendo seus filhotes em tempo quase integral. Os machos e as fêmeas imaturas permanecem fora dos 'ninhos', capturam e paralisam as presas e oferecem o alimento aos filhotes da colônia. Todos os adultos cuidam de todos os filhotes, sem nítida discriminação de paternidade. Essa espécie apresenta, portanto, uma verdadeira cooperação social, semelhante à observada apenas em insetos sociais das ordens Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas) e Isoptera (cupins).

Além de todos cuidarem da prole, existem outros comportamentos parentais complexos e surpreendentes nessa espécie. Quando uma mãe não consegue obter alimento para os filhotes (ou quando as condições de vida são desfavoráveis), torna-se alta a chance de ocorrer canibalismo ou morte da ninha-



da por inanição. Nessa situação, observa-se uma forma extrema de cuidado parental, conhecida

como matrifagia (figura 6). A mãe sai do 'ninho' abrindo o véu de seda com suas pernas e, com movimentos de suas garras, atrai para fora os filhotes, que a rodeiam. A seguir, ela ergue seus pedipalpos e, totalmente imóvel, oferece seu corpo, sem resistência, para que os filhotes se alimentem. Depois disso os filhotes, agora sem a proteção materna, permanecem unidos e começam a caçar em grupo, tornando-se o núcleo básico de uma futura nova colônia.

O cuidado parental cooperativo dessa espécie de falso-escorpião parece ser uma estratégia muito importante para a sobrevivência da colônia. Todas as fêmeas adultas da colônia mostram-se capazes de gerar grande número de filhotes e de se dedicar a cuidar destes por muitos meses. Assim, a cooperação entre machos adultos e machos e fêmeas imaturos é fundamental para a captura do número suficiente de presas para o desenvolvimento normal dos filhotes mais jovens.

Além disso, a cooperação no cuidado parental aumenta a tolerância entre os indivíduos, o que beneficia a coesão interna do grupo. Da mesma forma, a matrifagia também pode ser considerada uma estratégia importante para a evolução da socialidade nessa espécie de pseudo-escorpião, já que, ao evitar o canibalismo entre irmãos, ou sua dispersão, o sacrifício da mãe constitui um passo inicial para estabelecer essa tolerância – o início da vida em sociedade.

#### Sugestões para leitura

ADIS, V.M.J. 'Pseudoscorpiones', in J. Adis, Key to genera and species of Amazonias Arachnida and Myriapoda, Sofia e Moscou, Pensoft Publichers, 2002. TIZO-PEDROSO, E. & DEL-CLARO, K. 'Cooperation in the neotropical pseudoscorpion Paratemnoides nidificator (Balzan, 1888): feeding and dispersal behavior'. in Insectes Sociaux, v. 54(2), p. 124, 2007. TIZO-PEDROSO, E. & DEL-CLARO, K. 'Matriphagy in the neotropical pseudoscorpion Paratemnoides nidificator (Balzan 1888) (Atemnidae)', in Journal of Arachnology,

v. 33(3), p. 873,



Muitas vezes, quando o assunto é física de fronteira, pensamos nos gigantescos aceleradores de partículas ou nos fabulosos observatórios astrofísicos que orbitam a Terra, coletando, em profusão, dados que alimentam os modelos teóricos atuais sobre o universo.

Surpreende-nos, dessa forma, que um dos problemas mais desafiadores da física atual esteja ligado a um fenômeno de grande familiaridade em nosso dia-a-dia: a turbulência.

O fluxo turbulento produzido em um jato de água na torneira ou a trepidação inconveniente que por vezes sentimos nas viagens de avião escondem uma física intrigante da qual ainda há muito a se conhecer.

A turbulência é um fenômeno que pertence à física clássica, cujas raízes remontam ao século 19 e início do século passado. Porém, a dificuldade em compreendê-la em sua plenitude tem sido tamanha que ela já foi denominada 'o último dos problemas clássicos' em aberto.

É quase certo, curiosamente, que avanços na área de turbulência oferecerão contribuições relevantes a problemas importantes sobre a constituição básica da matéria e a formação e evolução do universo.

#### Luca Moriconi

Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

# turbulência

As causas e a dinâmica da turbulência estão associadas

tradicionalmente a problemas de enorme interesse prático e econômico. Exemplos: na mistura de reagentes na indústria química; na transferência de calor no meio ambiente e em sistemas de refrigeração na indústria; no projeto de turbinas e geradores eólicos de energia; no desenho de aviões mais eficientes; no transporte de óleo em dutos; nos mecanismos de formação das nuvens e de precipitação; na biologia de processos respiratórios e de circulação sangüínea, nos quais a turbulência deve ser evitada a todo custo, por causar danos

nas artérias; nas taxas de produção e absorção de dióxido de carbono na biosfera.

No contexto em que é utilizada atualmente, a palavra 'turbulência' foi cunhada por Leonardo da Vinci (1452-1519). Esse pensador e artista do Renascimento passou boa parte de seu tempo contemplando quedas de água, fluxos ao redor de obstáculos e projetando sistemas hidráulicos de canalização, uma forte necessidade das cidades-estado italianas daquela época, estimuladas pelo fervor da expansão comercial européia e pelas disputas de poder.

Da Vinci concebeu o fluxo caótico de água em uma cachoeira, por exemplo, como o análogo a uma multidão de pessoas agitadas, ou seja, a uma *turba*, da qual deriva *turbolentia*, a origem latina da palavra italiana *turbolenza*.

# Redemoinhos caseiros

A complexidade da dinâmica da turbulência devese, essencialmente, a dois fatores. O primeiro é que partes diferentes de um fluido em movimento não estão livres para movimentarem-se como bem entenderem. Uma parcela do fluido desloca regiões vizinhas, que, por sua vez, deslocarão outras partes do fluido e assim por diante, até que todo o fluido seja capaz de 'perceber' a perturbação inicial, mesmo que esta tenha sido muito tênue.

O segundo fator de complexidade é que há, nesse movimento concatenado das parcelas do fluido, um forte grau de instabilidade e de auto-organização, que levam à formação de 'redemoinhos' (ou, tecnicamente, estruturas coerentes do escoamento). A figura 1 mostra um exemplo fascinante desse fenômeno: a produção de vórtices na chamada 'estrada de von Kármán', que ocorre quando um fluxo de fluido passa ao redor de um obstáculo, para certas velocidades do fluxo. Com um pouco de paciência, o próprio leitor poderá produzir esses vórtices, passando uma vareta (uma caneta, por exemplo) sobre a superfície de água depositada em uma pequena bacia.

Cerca de 500 anos depois de da Vinci, há hoje uma enorme comunidade mundial de pesquisadores, composta de engenheiros, físicos, matemáticos e meteorologistas, dedicada a entender como aqueles 'redemoinhos' são gerados, interagem entre si e podem ser caracterizados e observados. E se, de fato, eles seriam suficientes para modelar completamente o fenômeno da turbulência.

## Da pia para a atmosfera

Imaginemos um experimento simples cuja realização exigirá apenas que tenhamos pagado a conta de água do mês. Após encher uma pia, tapando o ralo de saída, agitamos vigorosamente a água contida em seu interior. O movimento inicial, turbulento, que toma todo o volume da pia, cede, após algum tempo, a um movimento suave, chamado laminar, que vai desaparecendo aos poucos, até que o fluido atinja a situação de repouso.

Que fatores levam um escoamento a ser do tipo laminar ou turbulento?

Sabemos responder a essa pergunta graças a uma série de experimentos realizados pelo físico irlandês Osborne Reynolds (1842-1921), em Manchester (Inglaterra), em 1883, em um estudo do fluxo de água ao longo de tubos (figura 2). O que define se ocorre turbulência ou não é a competição entre duas tendências do movimento: a tendência inercial (no caso, de que o fluido se misture mais e mais) versus



Figura 1.
Vórtices
produzidos pela
água que escoa
ao redor de
um cilindro
(esquerda).
O movimento
ocorre
da esquerda
para a direita

a tendência dissipativa (determinada pela viscosidade, de que seu movimento cesse). Velocidades grandes e viscosidades pequenas favorecem a mistura e, portanto, a turbulência; viscosidades grandes e velocidades pequenas dificultam o aparecimento de turbulência.

A competição entre inércia e a difusão viscosa pode ser quantificada por um 'índice', o número de Reynolds, que indica o nível de turbulência. Números de Reynolds da ordem de 100 mil (10<sup>5</sup>) podem ser obtidos na experiência da pia, sem muita dificuldade. Um fato dramático, entretanto, é que a simulação completa do escoamento da água na pia precisará de centenas de computadores, trabalhando em conjunto, por semanas a fio, em uma instalação do tamanho de um ginásio esportivo, como o Earth Simulator (Japão).

Se o escoamento turbulento na pia já é uma dor de cabeça computacional, imagine, então, o problema da turbulência atmosférica, na qual, corriqueiramente, encontram-se números de Reynolds mil vezes maior, da ordem de 10<sup>8</sup>.

Há consenso em que a simulação completa de um escoamento turbulento atmosférico jamais será realizada. A única saída é sermos mais espertos que os computadores (como sempre!), introduzindo modelos e métodos de análise que capturem, efetivamente, as características essenciais da turbulência.

# Petróleo, golfe e aviões

Vórtices são criados em escoamentos em que camadas de fluido movem-se lado a lado com velocidades diferentes. A produção desses 'redemoinhos' é particularmente acentuada nas vizinhanças de superfícies sólidas, pois nelas o escoamento do fluido se anula. De fato, é comum observar que uma ventania nem sempre arrasta pequenos objetos no chão. A velocidade do vento é bem menor ali.

O estudo do escoamento próximo a bordas começou em 1904 com o físico alemão Ludwig Prandtl (1875-1953), um avatar da dinâmica de fluidos do século passado. A turbulência povoada de vórtices que ocorre perto das bordas é um dos quebra-cabeças mais importantes da dinâmica de fluidos. Vórtices causam, em geral, mais atrito no escoamento, ou seja, favorecem a perda de energia de movimento na forma de calor. Parte da energia empregada para empurrar o fluido em uma tubulação acaba sendo desperdiçada no aquecimento do próprio fluido e do tubo.

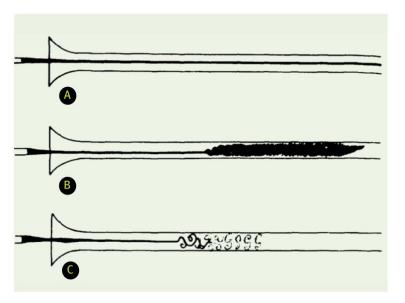


Figura 2. Desenhos de Reynolds, ilustrando seus experimentos. Neles, tinta é injetada em tubos para diferentes vazões do escoamento. Em B, a velocidade é maior que em A. Em C, regime turbulento semelhante àquele em B, cuja imagem foi obtida por meio da luz proveniente de uma centelha elétrica. No desenho, podem-se notar as estruturas do escoamento

Já se conhecem (mesmo sem entender detalhes dos porquês) maneiras de reduzir o atrito no escoamento próximo a superfícies. Uma dessas técnicas é amplamente usada na indústria do petróleo. Consiste em diluir polímeros (longas cadeias moleculares) no óleo transportado pelas tubulações. Mesmo para proporções pequenas de mistura, os polímeros interagem 'magicamente' com os turbilhões do escoamento, reduzindo consideravelmente as perdas de energia.

Outra técnica faz uso de superfícies rugosas. É por isso que as bolas de golfe têm sulcos. Se elas fossem esferas perfeitas, não observaríamos lançamentos tão distantes. Os sulcos produzem mais vorticidade, porém do tipo 'vorticidade boa', de forma a bloquear a produção de vórtices 'devoradores de energia'. A produção de 'vorticidade boa' tem sido explorada no desenho de carros a asas de avião, sobre as quais são inseridas palhetas ('geradores de vorticidade'), desempenhando um papel redutor de atrito análogo ao dos sulcos nas bolas de golfe.

A turbulência de borda é também foco de intensa pesquisa nas áreas de dinâmica do clima e estabilidade de ecossistemas. É responsável pela distribuição atmosférica de umidade, temperatura e diversas substâncias químicas, inclusive poluentes. Se não fosse pela turbulência atmosférica, o oxigênio produzido pela atividade biológica planetária não chegaria tão bem aos nossos pulmões, pois ficaria bastante localizado nas regiões onde é gerado.

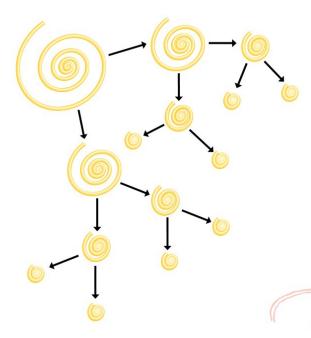


Figura 3. Cascata de Richardson.
Turbilhões de grandes escalas são sucessivamente fragmentados em menores, até que os últimos deles sejam 'aniquilados' pela influência da viscosidade, com a energia de movimento dos turbilhões transformando-se em energia desordenada de movimento molecular

# Estatística em cena

Mas nem tudo é borda. Refletindo sobre o que ocorre longe das regiões de contato entre a superfície e o fluido, Geoffrey Taylor (1886-1975) – para muitos, o grande nome da física inglesa de fluidos do século passado – propôs, na década de 1920 e na seguinte, que a dinâmica de fluidos e a física estatística deveriam dar as mãos quando o assunto é turbulência – um ponto de virada metodológico que veio para ficar, abrindo novos caminhos de investigação.

Inspirado por essa nova visão da turbulência, o físico e matemático britânico Lewis Richardson (1881-1953) introduziu, em 1922, o problema da dispersão de pequenas porções de fluido na turbulência. Ele executou vários experimentos (alguns inusitados, como lançar centenas de balões sob o céu londrino), a partir dos quais foi capaz de obter uma lei estatística bem definida que mostra de que maneira regiões vizinhas de um fluido em escoamento se afastam aleatoriamente.

Richardson também sugeriu um quadro físico absolutamente fundamental do fenômeno da turbulência, que continua na base da pesquisa atual: no escoamento, grandes turbilhões produzem turbilhões menores (como se os primeiros se desintegrassem), e cada um desses turbilhões menores produz outros ainda menores, até que esse processo de cascata seja interrompido pela transformação da energia de movimento dos turbilhões muito pequenos em energia de movimento desordenado das moléculas do fluido, ou seja, calor. A figura 3 ilustra, esquematicamente, a cascata de Richardson.

Em 1935, Taylor escreveu o trabalho que marcou o início formal da teoria estatística da turbulência. O ponto de vista central desse arcabouço teórico é o de que as flutuações turbulentas de velocidade e outras quantidades físicas devem ser descritas por leis estatísticas regulares.

## Espectro turbulento

Pense em turbilhões de dimensões diversas como se fossem freqüências do espectro musical. Turbilhões grandes corresponderiam a sons mais graves, como o de um contrabaixo; turbilhões menores a sons mais agudos, como o de um violino. Na sinfonia da turbulência, poderíamos nos perguntar se o naipe dos violinos toca com mais intensidade que o naipe dos contrabaixos, por exemplo. Um dos problemas importantes lançados por Taylor, de fato, é a determinação do 'espectro de energia turbulenta'. Isso, em termos simples, equivale a perguntar: de que forma a energia relacionada ao movimento do fluido está distribuída entre os turbilhões de vários tamanhos? O próprio Taylor procurou resolver esse problema, mas sua solução mostrou-se inadequada.

A forma matemática do espectro de energia turbulenta é uma verdadeira 'caça ao tesouro' que vem resistindo, desde então, ao ataque de várias estratégias sistemáticas de cálculo. Entretanto, uma aproximação que provou ser muito precisa foi obtida ainda em 1941 por Alexander Kolmogorov (1903-1987). Esse matemático russo sugeriu que a energia média de um turbilhão depende de seu tamanho, segundo uma lei de potência com expoente 2/3. Ou seja, turbilhões duas vezes maiores teriam, em média, energia  $2^{2/3} \approx 1,6$  vez maior.

A teoria de Kolmogorov (teoria K41, no jargão dos físicos) tem, como plano de fundo, o conceito de universalidade das flutuações turbulentas dos pequenos turbilhões. Com isso, queremos dizer que uma análise de como flutuam esses pequenos turbilhões não seria capaz de nos indicar o que acontece nas maiores escalas do fluxo. Em outras palavras, a análise das parcelas pequenas não nos permite entender a natureza das parcelas maiores. Em

O resultado de Kolmogorov sobre como a energia do fluido se distribui entre os turbilhões de diversos tamanhos foi comprovado satisfatoriamente apenas em 1961, em uma experiência realizada por um grupo norte-americano nas correntes de maré do rio Campbell (Canadá).

Medir e processar experimentos turbulentos são tarefas trabalhosas, nem sempre bem-sucedidas, o que explica o intervalo de 20 anos entre a proposição da teoria K41 e sua comprovação experimental precisa.

## Minhocas e tornados

A teoria K41 preconiza que turbilhões são 'flocos de energia' homogeneamente espalhados pelo espaço e que decaem em outros flocos menores, produzindo a cascata de Richardson. Segundo essa teoria, em qualquer posição de um escoamento turbulento, haverá turbilhões fazendo a única coisa a que estão predestinados: arrastar outros turbilhões e decair em turbilhões menores.

Mas há um 'porém' nessa descrição. Na realidade, turbilhões não são tão onipresentes assim. E, além disso, não costumam ter a forma de flocos. A constatação desses fatos surpreendentes ocorreu no início da década de 1990, com o auxílio de longas simulações computacionais, quando foi possível visualizar, pela primeira vez, as estruturas que surgem no interior de um escoamento turbulento.

A figura 4 é o resultado de uma dessas simulações, feita, em 2002, pelo pesquisador japonês Yukio Kaneda e colaboradores, no Earth Simulator. Na imagem, as regiões verde-claras indicam os lugares do escoamento onde há rotação intensa. As estruturas visualizadas na forma de minhocas são intensos 'minitornados', chamados tubos de vorticidade. Nas regiões mais escuras, não há movimento apreciável, ou seja, nesses lugares o escoamento é ameno, aparentemente sem turbulência. Simulações mais simples, bidimensionais, também exibem fenômenos semelhantes, com a vantagem de serem computacionalmente menos custosas (figura 5).

Portanto, um cenário mais realista da turbulência supõe que os turbilhões que dominam o escoamento (isto é, os mais intensos) tenham a forma de tubos alongados distribuídos não homogeneamente pelo espaço, o que conflita com o cenário de flocos uniformemente distribuídos, segundo a teoria K41.

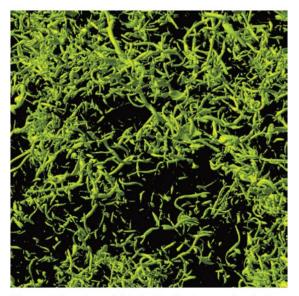


Figura 4. Tubos de vorticidade visualizados nas simulações computacionais de Yukio Kaneda e colaboradores. As regiões verde-claras representam intensos minitornados, chamados tubos de vorticidade, onde está presente a turbulência. Nas regiões mais escuras, o escoamento do fluido é ameno, com turbulência reduzida



Figura 5. Simulação computacional da turbulência em duas dimensões. Os discos azuis e vermelhos representam vórtices que circulam, respectivamente, nos sentidos anti-horário e horário

Simulações como as realizadas no Earth Simulator deram-nos a imagem 'moderna' da turbulência e têm servido como um valoroso guia nas principais linhas de pesquisa. Vale acrescentar que o ponto de partida para o estudo do movimento de fluidos viscosos são as equações de Navier-Stokes, homenagem ao físico francês Claude-Louis Navier (1785-1836) e ao físico-matemático britânico George Stokes (1819-1903).

Apesar de a validade dessas equações não ser questionada por físicos e engenheiros, em geral, os matemáticos apontam sutilezas nelas. O estudo das equações de Navier-Stokes faz parte dos 'Problemas do Milênio', levantados por eminentes matemáticos. O Instituto Clay, dos Estados Unidos, oferece um prêmio de US\$ 1 milhão (cerca de R\$ 1,7 milhão) a quem fornecer respostas satisfatórias a algumas das questões de rigor.

# Ali na esquina

A teoria K41 é um primeiro aprofundamento do quadro impressionista que é a cascata de Richardson. Idéias gerais amadurecidas a partir do trabalho de Kolmogorov, como a universalidade das flutuações de pequena escala, continuam válidas, apesar de incorreções em detalhes quantitativos. Mas, ainda assim, a teoria K41 fornece boas respostas, como para o perfil do espectro de energia, servindo de base para aprimoramentos sucessivos.

O fato de um escoamento ameno (regiões mais escuras da figura 4) ocorrer em boa parte do volume de um fluido sugere que talvez haja como modelar a turbulência levando em conta apenas o modo como as propriedades dos tubos de vorticidade evoluem. Estudos desenvolvidos nesse sentido indicam que, em tese, aproximadamente 98% da informação total do escoamento poderiam ser descartados. Os 2% restantes de informação seriam usados na representação e modelagem dos tubos. Dessa forma, soluções computacionais efetivas envolveriam menos esforço do que as atuais.

Nesse cenário, a impressão que se tem é que a solução computacional da turbulência estaria 'logo ali na esquina'. O problema é que ninguém dobrou essa esquina. Ainda!

## Quântico, nuclear e cósmico

Para finalizar, vamos citar brevemente três outras situações em que os físicos acreditam poder aplicar a turbulência.

Superfluidos quânticos (o exemplo mais notório é o do hélio líquido, obtido a baixíssimas temperaturas) são as únicas fases da matéria com viscosidade rigorosamente nula. Neles, surpreendentemente, os tubos de vorticidade são idênticos entre si,

# Estatística de campos flutuantes

O autor desenvolve estudos nas áreas de turbulência, sistemas desordenados, econofísica e física de polímeros aplicada à biologia. Na área de turbulência, focaliza sua pesquisa no fenômeno da intermitência, seja em fluxos homogêneos quanto nas vizinhanças de bordas. Em artigo publicado na *Physical Review E* (v. 70, R25302, 2004), mostrou, pela primeira vez, como descrever a estatística das flutuações intensas de vorticidade em turbulência homogênea.

como se fossem todos espaguetes cozidos de um mesmo pacote. Portanto, em certo sentido, a turbulência quântica é mais simples que sua congênere clássica, e, por isso, acredita-se que seu estudo possa ajudar a entender esta última. Por outro lado, a forma como um superfluido turbulento dissipa energia o diferencia da turbulência clássica e é ainda assunto bastante aberto para teorização.

Nas colisões entre núcleos atômicos pesados (como os de ouro ou chumbo) que ocorrem nos aceleradores de partículas, como o LHC (sigla, em inglês, para Grande Colisor de Hádrons), recentemente estreado na Europa, forma-se uma fantástica 'bola de fogo' impensavelmente pequena (com dimensões da ordem de 10<sup>-15</sup> metro). Em certas fases de sua evolução, ela comporta-se como um fluido de baixa viscosidade, que, como vimos, favorece o surgimento da turbulência. No entanto, se a turbulência deve ser ou não incluída no tratamento dessas colisões é motivo de debate entre os físicos de partículas.

Um estado semelhante pode ter se passado nos primeiros instantes de vida do universo, que talvez tenha se comportado como um líquido em suas fases iniciais. É possível (e há evidências teóricas recentes nesse sentido) que a turbulência tenha produzido 'germes' de não-homogeneidade no universo primordial e que essas 'sementes' tenham se amplificado ao longo de sua história, originando as galáxias, as estrelas, os planetas, os seres vivos etc. Portanto, seríamos resultado de um estado turbulento que ocorreu há cerca de 13,8 bilhões de anos.

Como os vários desafios mencionados neste artigo, a pesquisa de modelos turbulentos do universo jovem alimentará a imaginação dos pesquisadores, trazendo, seguramente, belas e importantes surpresas científicas no fluir dos próximos anos.

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

FRISCH, Uriel. Turbulence - The legacy of Kolmogorov (Cambridge: Cambridge University Press, 1995). MOIN, P; KIM, J. 'Tackling turbulence with supercomputers' (Scientific American. janeiro de 1997). FALKOVICH, G.; SREENIVASAN, K. Lessons from hydrodynamic turbulence. (Physics Today, abril de 2006).

Na internet: Laboratório de mecânica da turbulência (Coppe-UFRJ): http://www. turbulencia. coppe.ufrj.br/

# Obrigado por não fumar

elo menos sete brasileiros morrem a cada dia devido a doenças associadas ao fumo passivo de tabaco. A revelação foi feita por um estudo conjunto do Instituto Nacional do Câncer (Inca) e do Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) divulgado em agosto último. Segundo os resultados preliminares do trabalho, 2.655 pessoas que não fumam morrem anualmente em consegüência de câncer de pulmão, doenças isquêmicas do coração (como infarto) e acidentes vasculares cerebrais (AVC), as três principais doenças relacionadas ao tabagismo passivo. Desse total, 60,3% são mulheres. Esse estudo fortalece a implementação do artigo oitavo da Convenção-Quadro para o Controle do Tabaco, o primeiro tratado internacional de saúde pública, e serve como mais um suporte científico para a legislação que abole o fumo em ambientes fechados.

Parte do Programa Nacional de Controle de Tabagismo, que busca inibir a iniciação ao fumo e promover sua supressão, o estudo se limitou às três principais doenças associadas com essa atividade. "Nossa análise abrangeu apenas esses males porque consideramos somente a mortalidade", explica um dos autores do trabalho, o epidemiologista Antonio José Leal Costa, do Instituto de Estudos de Saúde Coletiva da UFRJ. Ele diz que há outras doenças que acometem os fumantes passivos, como asma brônquica e bronquite, comuns em crianças, mas, para levá-las em conta, o escopo da pesquisa teria de ser ampliado para incluir dados de morbidade

(taxa de indivíduos doentes em um dado grupo e durante um período determinado).

Embora os resultados preliminares abordem apenas a exposição à fumaça ambiental do tabaco em domicílios localizados em capitais, o estudo também coletou informações sobre ambientes de trabalho. "É provável que se abrangêssemos outras regiões dos estados ou incluíssemos áreas rurais, o número de mortos seria maior", afirma a assistente social Érica Cavalcanti, da Divisão de Controle do Tabagismo do Inca, lembrando que três cigarros consumidos por um fumante equivalem ao efeito de um cigarro para um não-fumante exposto à fumaça.

#### Locais fechados

Para chegar ao resultado publicado, os pesquisadores combinaram dados do período de 2002 a 2004 do Sistema de Informações sobre Mortalidade do Ministério da Saúde; do Inquérito Domiciliar sobre Comportamentos de Risco e Morbidade Referida de Doenças e Agravos Não Transmissíveis, pesquisa realizada em 2003 pelo Inca e pela Secretaria de Vigilância em Saúde: e de três estudos internacionais que determinavam o risco relativo de morte de não-fumantes expostos ao tabagismo passivo em relação aos não expostos. "A análise restringiu-se a indivíduos de 35 anos ou mais que conviviam com pelo menos um fumante em casa. Essa idade foi escolhida porque as doenças consideradas no estudo dependem de uma exposição cumulativa à fumaça", esclarece Cavalcanti.

Segundo Costa, a maior incidência de mortes é entre mulheres que convivem com homens fumantes. "Se estivéssemos considerando o hábito de fumar, em vez do tabagismo passivo, esse cenário se inverteria", afirma. Para Cavalcanti, o estudo corrobora a noção de que não há níveis seguros de exposição. "Embora as doenças principais demorem a aparecer, certas substâncias cancerígenas, como a nitrosamina NNK, presentes na fumaça do cigarro, já são detectadas na urina de não-fumantes logo após a primeira exposição", revela a assistente social.

O objetivo agora é usar o estudo para embasar uma lei federal que proíba completamente o fumo em locais fechados. "Alguns estados, como Rio de Janeiro, Paraíba e São Paulo, saíram na frente com legislações próprias para esse fim", observa Cavalcanti. Costa informa que, apesar de esses locais já terem áreas restritas para fumantes, a fumaça não necessariamente 'respeita' esses limites e os que aí trabalham são expostos a ela involuntariamente. "Esses profissionais seriam os mais beneficiados por uma proibição total do tabagismo, pois, mesmo que um garçom não fume, ele ainda tem que servir clientes na área de fumantes", ressalta. Segundo o epidemiologista, a análise dos dados referentes a ambientes de trabalho deve estar concluída em dois meses.

Fred Furtado Ciência Hoje/RJ

# Novo mapa da produção agrícola nacional

Sudeste sem café. Semi-árido sem mandioca. Pouca soja e muita cana-de-açúcar pelo país. Esse pode ser o mapa da agricultura brasileira em 2070, revela pesquisa que buscou prever os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola nacional. A perda calculada para a economia é de até R\$ 14 bilhões, mas ações mitigadoras das mudanças do clima e forte investimento em biotecnologia amenizariam os prejuízos.

O instrumento que permitiu essas conclusões é conhecido como Zoneamento de Riscos Climáticos (Zarc). Trata-se de uma política pública apoiada em um sistema de análise climática que calcula o nível de risco para a produção agrícola com base em séries de dados de precipitação e temperatura de mais de 30 anos e de parâmetros como a profundidade das raízes ou o ciclo de reprodução do vegetal. Usado desde 1996 pelo governo para orientar a política de crédito agrícola, o Zarc é aplicado a 30 diferentes cultivos em 5 mil municípios. "Esse é o instrumento que diz o que, quando e onde plantar", afirma o engenheiro agrícola Eduardo Delgado Assad, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que coordenou a pesquisa junto com o agrônomo Hilton Silveira Pinto, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Assad conta que, dessa vez, os dados inseridos no Zarc vieram de simulações do clima feitas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e baseadas no último relatório do Painel Intergovernamental de Mudança do Clima, o

FEIJÃO • A produção nordestina será a mais afetada, especialmente no agreste e no sul do Maranhão, no sul do Piauí e no oeste da Bahia. Em 2070, a área de baixo risco para o cultivo poderá cair 13,3%, acarretando perdas econômicas da ordem de R\$ 473 milhões.



SOJA • O cultivo da soja será prejudicado de norte a sul do país. As perdas de área podem chegar a 40% no ano de 2070, gerando prejuízos de R\$ 7,6 bilhões, o equivalente a metade de todas as perdas que a agricultura brasileira poderá ter nesse período.

IPCC. A produção de algodão, arroz, cana-de-açúcar, feijão, girassol, mandioca, milho e soja foi avaliada em um cenário no qual o aumento de temperatura ficaria entre 2°C e 5,4°C até 2100 (considerado pessimista) e em outro no qual a variação, para o mesmo período, ficaria entre 1,4°C e 3,8°C (otimista). As culturas foram escolhidas por representarem 86,17% da área plantada no país e, pela primeira vez, a previsão foi feita com resolução de 50 km x 50 km, permitindo avaliar o risco até nos menores municípios. Os estados da Amazônia foram excluídos da análise por ainda não contarem com o zoneamento.

#### Mitigação e biotecnologia

A área do território nacional propícia ao cultivo de seis das oito culturas avaliadas apresentará queda. As exceções são cana-de-açúcar e mandioca. Apesar disso, o impacto na produção de mandioca preocu-

GIRASSOL • Incluído no estudo por seu potencial para a produção de biocombustíveis, o girassol terá a área apta para seu cultivo reduzida em até 18% no ano de 2070. As regiões mais afetadas devem ser o agreste e o cerrado nordestino.

pa, pois seu cultivo será fortemente desfavorecido no semi-árido e no agreste nordestino, locais onde o consumo da planta está diretamente relacionado à segurança alimentar da população. Já o crescimento da cana-de-açúcar é favorecido em ambientes com temperaturas entre 22°C e 30°C e com grandes concentrações de CO<sub>2</sub> ou gás carbônico (o gás que tem aumentado na atmosfera, causando o aquecimento global). Desse modo, é possível que, dentro de 10 ou 20



ARROZ • O agreste e regiões de cerrado nordestino, entre o sul do Maranhão, do Piauí e o oeste da Bahia, deverão perder áreas propícias ao cultivo. O movimento de migração do cultivo para o centro-norte do Mato Grosso, que já vem ocorrendo, deverá se acentuar.

MANDIOCA • As regiões Sul e amazônica passarão a ter condições favoráveis ao plantio da mandioca, o que se refletirá na economia: um acréscimo de R\$ 929 milhões pode ocorrer até 2070. No entanto, o Nordeste, principal região produtora hoje e onde a produção tem importante papel social, sofrerá grande perda de áreas de cultivo da raiz.



WILHO • A redução da área propícia ao cultivo esperada para 2070 é de 17% da área atual. O prejuízo pode chegar a R\$ 1,7 bilhão.

CAFÉ - São Paulo e Minas Gerais deverão perder condições de plantio, que migrará para regiões do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. A redução da área propícia ao cultivo poderá atingir 33% da área atual em 2070. Nesse caso, os prejuízos seriam da ordem de R\$ 3 bilhões.





CANA-DE-AÇÚCAR • Até 2070, a área com potencial para cultivo da cana poderá crescer dos atuais 6 milhões de hectares para 15 milhões, no cenário otimista de mudança do clima, ou para 13 milhões, no cenário pessimista. No entanto, é possível que a cultura passe a depender, cada vez mais, de irrigação artificial.

ALGODÃO • A redução da área apta para o plantio do algodão pode chegar a 16% em 2070. As perdas para a economia, nesse período, poderão variar entre R\$ 444, 8 milhões, no cenário otimista, e R\$ 456 milhões, no pessimista.



anos, estados como o Rio Grande do Sul se tornem propícios ao cultivo da planta. Até 2070, a área do território nacional boa para o cultivo da cana deve dobrar. A migração para o sul do país também será tendência para culturas como o café, mas os ganhos não compensarão as

> perdas causadas pelo aumento da temperatura em outros pontos.

"Precisaremos investir para compensar as perdas", alerta o pesquisador da Embrapa. Segundo ele, há dois caminhos a serem seguidos: o da mitigação e

o da biotecnologia. O primeiro baseia-se no fortalecimento de ações que evitem a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, como o combate às queimadas e ao desmatamento e o incentivo ao plantio direto (no qual a palha da cultura anterior é deixada no solo, evitando que o CO<sub>2</sub> do solo seja liberado). "Também é preciso incentivar a integração entre lavoura e pecuária. Há 20 anos preconizamos isso, mas os produtores resistem. Há necessidade de uma mudança cultural para adoção dessa tecnologia", lamenta.

O segundo caminho é investir em biotecnologia. De acordo com Assad, já existem pesquisas nesse sentido para a soja, o café e o feijão. "Buscamos na própria biodiversidade genes que dêem às plantas resistência a aumentos de até dois graus de temperatura. Acima disso, nenhuma cultura produz bem." O engenheiro agrícola lembra que esse tipo de transgenia é diferente daquele que confere às plantas resistência a herbicidas e pesticidas, sobre o qual diz ser contrário. "No caso da transgenia para enfrentamento das mudanças climáticas usaremos a biodiversidade para proteger a própria biodiversidade", finaliza.

Mariana Ferraz Ciência Hoje/RJ





HISTÓRIA Brasil holandês é palco de conflitos religiosos e mestiçagem cultural

# Luta pelas consciências

A luta entre holandeses e portugueses, em Pernambuco, no século 17, foi retratada, dois séculos mais tarde, pelo pintor Victor Meirelles na tela A batalha dos Guararapes

ais estudado em seus aspectos político-militares, econômicos e sociais, o período de dominação holandesa no Brasil, de 1630 a 1654, começa a se tornar mais conhecido também do ponto de vista religioso. Esse ângulo, até certo ponto marginal na nossa historiografia, vem sendo desenvolvido pelo historiador Ronaldo Vainfas, da Universidade Federal Fluminense (UFF), no Rio de Janeiro, que se tem dedicado a pesquisar como protestantes, judeus e cristãos se organizaram, viveram e conviveram durante esses anos.

Inicialmente, o historiador planejou incluir seus estudos em um único projeto, intitulado Conflitos religiosos e metamorfoses culturais no Brasil holandês. À medida que ia pesquisando, porém, foi percebendo que cada um dos capítulos programados era, na realidade, vasto o suficiente para merecer um estudo específico. Assim os temas foram se desdobrando e gerando pesquisas independentes. Uma delas já se transformou em livro, Traição - Um jesuíta a serviço do Brasil holandês processado pela Inquisição (Companhia das Letras, São Paulo, 2008), focado na biografia de Manoel de Moraes, missionário jesuíta convertido ao calvinismo e que mais tarde retorna ao cristianismo. Agora, o pesquisador dedica-se à experiência dos judeus, que, vindos de Amsterdã (chamada por eles de "Jerusalém do Norte"), transformaram Recife em uma "Jerusalém colonial" - título que ele pretende dar ao livro resultante da pesquisa atual.

O período do Brasil holandês é particularmente rico em termos religiosos, como relata Vainfas, porque a capital pernambucana era o único lugar da América que abrigava as três confissões religiosas organizadas. Havia tolerância de religião, principalmente no período de Maurício de Nassau, como ficou conhecido no país o conde Johann Moritz von Nassau-Siegen (1604-1675), que governou a colônia holandesa no Nordeste de 1637 a 1644. O presbitério calvinista, estabelecido desde 1638, organizou um sínodo permanente da igreja reformada. O catolicismo, embora não houvesse autoridade episcopal, permaneceu atuante com o clero e as ordens religiosas (apenas os jesuítas não foram tolerados, já que os calvinistas adotaram o modelo de catequese de índios inaugurado por eles). Os judeus, que serviam de intérpretes entre a população local e os colonizadores holandeses, fundaram em Recife a congregação Kahal Kadosh Zur Israel, a primeira das Américas. "Era, assim, uma época de conflito religioso muito aberto e de legitimação das grandes religiões", diz Vainfas.

#### Figura simbólica

A figura de Manoel de Moraes chamou a atenção do historiador por reunir várias dimensões dos dilemas da época. Nascido em São Paulo, mestiço (de origem indígena por parte de pai e de mãe portuguesa), ele foi criado no Planalto de Piratininga junto com os índios e falava perfeitamente bem o tupi. Enquanto os irmãos seguiam o espírito bandeirante familiar, saindo para caçar tesouros ou índios, ele se inclinara desde cedo para a religião. Conforme foi se aprofundando em sua experiência individual, Vainfas decidiu que a história do padre demandava uma narrativa diferenciada. "Optei por um tipo de exercício microanalítico, em que a história é mais contada do que explicada", diz.

Encaminhado para um colégio da Bahia, o mais importante na época, Manoel de Moraes formou-se jesuíta, com excelente domínio de teologia moral e latim. "Ele tinha uma vocação missionária extraordinária, era considerado um talento pela Companhia de Jesus", conta Vainfas. Em seguida, recebeu uma chefia de ordenamento em Pernambuco. Quando os holandeses chegaram ao país, ele participa da mobilização dos índios em defesa da capitania, recrutado por Matias de Albuquerque, comandante da resistência. E faz mais: chega a pegar em armas, torna-se 'capitão de emboscadas'.

Vainfas encontrou ampla documentação sobre a bravura do jesuíta na liderança de índios (foi ajudado por seu domínio do tupi), combatendo ao lado dos portugueses. No entanto, ao ser capturado, no final de 1634, Moraes oferece seus serviços aos holandeses. "Naquela época e contexto, as lealdades eram incertas. Na queda da Paraíba, ocasião em que ele se entregou, viu vários homens de alta posição negociando a rendição em troca de conservarem suas terras. Ele foi apenas mais um que mudou

de lado." Ao se passar para o lado dos holandeses, ajudou-os com informações preciosas, como o número de aldeias nas capitanias de Pernambuco, Itamaracá, Rio Grande e Paraíba; a localização e a população de cada aldeamento, o número de guerreiros e o nome dos chefes.

Após um curto período no Brasil, Moraes foi transferido para a Holanda e passou a ser funcionário da Companhia das Índias Ocidentais. Lá, adotou o calvinismo, tornou-se consultor em questões militares e indígenas, casou-se duas vezes, teve filhos. Escreveu um livro sobre o Brasil, Historia Brasiliensis, cujo manuscrito foi muito citado no século 17. Em um dos capítulos do livro, o historiador discute até que ponto o exjesuíta de fato interiorizou a nova religião. "Não se pode dizer que foi uma adoção superficial, mas também não se tratou de uma conversão total. Jamais deixou de considerar, por exemplo, a Virgem Maria. Mas foi protestante em outros aspectos, como, por exemplo, na convicção de que quem ganha dinheiro na Terra não vai para o inferno."

Insatisfeito por achar que ganhava menos do que merecia, Moraes, depois de oito anos na Holanda, conseguiu um contrato para explorar pau-brasil em Pernambuco. Abandonou a mulher e voltou ao Brasil, ainda a serviço da Companhia das Índias Ocidentais, mas agora como mercador. Nessa nova posição, teve 14 escravos. Em termos religiosos, no entanto, conforme conclui Vainfas, ele vivia atormentado. "Desde a estada na Holanda, ele parece um homem dilacerado pelo dilema religioso. Hoje, a questão religiosa tem importância menor na definição da identidade dos indivíduos, pelo menos no mundo ocidental. Mas naquela época era um assunto visceral. As pessoas ficavam apavoradas quanto à correção da lei religiosa que seguiam, se poderiam se salvar nela", observa o pesquisador.

Já na Holanda, Moraes ia a missas católicas – há testemunhos dessas 'escapulidas'. De volta a Pernambuco, onde a população católica era majoritária, ele passa a freqüentá-las mais assiduamente. A partir de 1646, quando estoura a Insurreição Pernambucana, o líder João Fernandes Vieira ordena a prisão de todos que poderiam apoiar os holandeses. Preso, Moraes resolve mudar de lado outra vez. Ele se oferece para lutar contra os hereges e, retomando o

Vista de Olinda, do pintor holandês Frans Post, que chegou ao Brasil na comitiva de Nassau





A primeira sinagoga das Américas, criada na época da dominação holandesa no Recife (de 1630 a 1654) catolicismo, participa da primeira grande batalha. Vai na frente da tropa como capelão, desarmado, carregando apenas um crucifixo. Como conta o historiador, a guerra de restauração tinha grandes interesses materiais em jogo. A elite de generais era composta de grandes senhores endividados com a companhia comercial holandesa. João Fernandes Vieira, por exemplo, devia quase meio milhão de florins e Manoel de Moraes nunca havia pago a quantia recebida de empréstimo.

Em 1645, o padre foi preso pela Inquisição, acusado por um antigo inimigo, Martim Soares Moreno, e em função de um processo corrido à revelia quando ainda se encontrava na Holanda. Enviado a Lisboa no início do ano seguinte, só foi libertado no final de 1647. Foi processado como apóstata e herege do catolicismo e teve confiscados os seus bens. Os registros da Inquisição, que se encontram na Torre do Tombo, em Lisboa, Portugal, foram as principais fontes de que se valeu o historiador para recuperar a história de Moraes. Ele também pesquisou cartas de autoridades da Companhia de Jesus, guardadas em Roma, e atas da Câmara do Rio de Janeiro e de São Paulo, que usavam o exemplo de Moraes para mostrar como os jesuítas eram nocivos ao Brasil. "Nas cartas jesuíticas, encontrei uma correspondência que lastimava o recrutamento de Manoel de Moraes e colocava em dúvida a validez de se recrutar mestiços", revela o pesquisador.

#### Jerusalém colonial

Quando os holandeses chegaram ao Brasil, a comunidade judaica era relativamente recente na Holanda. Os judeus de origem sefardita (termo que designa os judeus provenientes da Península Ibérica) dirigiram-se para esse país no final do século 16 e, sobretudo, início do século 17. Os sefarditas apelidaram Amsterdã de "Jerusalém do Norte" porque lá não eram perseguidos, como ocorria na Espanha e em Portugal. Recebiam até melhor tratamento do que os católicos, uma vez que estes, nos países em que dominavam, faziam guerras também aos protestantes. "Portugal e Espanha não admitiam a existência de outra confissão religiosa em seu território; ou o indivíduo se convertia ao catolicismo ou era expulso. E aqueles que se convertiam ficavam sob a vigilância da Inquisição, que buscava comprovar se haviam se convertido para valer ou se estavam fingindo", nota Vainfas.

Em sua maioria, os judeus que chegaram a Recife junto com os holandeses eram representantes comerciais em início de carreira, e aqui enriqueceram em relativamente pouco tempo. Eles começam a chegar em 1636 e permanecem até 1645 no país. A maior parte dessa migração era composta pelos chamados 'despachados' - judeus que chegaram a Amsterdã mais tarde e que a comunidade judaica local, preocupada com o afluxo que incharia o grupo, 'despachava' para outros lugares, pagando inclusive as passagens. Em grande parte, eram judeus asquenazis (provenientes da Europa central e oriental), principalmente da Alemanha, que se dirigiram para a Holanda em fuga da Guerra dos 30 anos (1618-1648).

"Aos olhos dos sefarditas, os asquenazis eram mais grosseiros, e tinham uma língua, o iídiche, que os sefarditas não falavam", explica Vainfas, acrescentando que, ao contrário dos asquenazis, os sefarditas vinham da cultura cristã e eram, assim, muito inseguros em matéria religiosa. Provenientes de países onde o judaísmo era proibido, eles adotaram a religião de seus ancestrais e tiveram que aprendê-la. Contrataram rabinos da Itália ou do Marrocos, onde o judaísmo era permitido, para estruturar uma congregação que governasse a comunidade, chamada Mahamad.

A situação na Holanda se reproduz como um microcosmo no Brasil. A imensa maioria de 'despachados' que chegaram a Recife era, entretanto, de origem sefardita. Aqui, além de ter um peso demográfico muito mais expressivo do que em Amsterdã – com cerca de cinco mil judeus quando a população total de Recife estava em torno de 15 mil pessoas – eles desempenhavam um papel estra-

**BIOLOGIA** 

tégico. "Como os conquistados não falavam holandês e os conquistadores não falavam português, os judeus serviam de intérpretes. Eles dirimiam dúvidas e intermediavam negócios, ganhando comissão por aproximarem as partes", conta o historiador.

O encontro desses judeus com a multidão de cristãos novos que habitavam Pernambuco era, às vezes, conflituoso. "Muitos cristãos novos eram nascidos no Brasil e desconheciam totalmente o judaísmo. Por isso, os que chegavam os olhavam com certo desprezo. Já os cristãos novos reagiam de diversos modos, desde o fascínio pela religião de seus ascendentes até a repulsa total." Nesse conflito, destaca Vainfas, foi muito importante o papel do rabino português Isaac Aboab da Fonseca, que liderava a congregação aqui fundada: "Ele era um homem muito aberto, dizia que aqueles homens e mulheres eram também filhos de Abraão e mereciam apoio, que deveriam integrar a comunidade judaica."

Quando os holandeses perderam a guerra, a maioria dos judeus aqui estabelecidos voltou para Amsterdã. Os cristãos novos que haviam se tornado judeus foram perseguidos pela Inquisição. Alguns, como relata o historiador, acabaram abjurando para fugir da fogueira: "Estes não escaparam de processos, mas foram reconciliados."

Após ter fichado os processos da Inquisição, Vainfas agora quer criar um banco de dados da comunidade sefardita de Pernambuco, listando cada um dos processados ao lado de dados sociológicos (familiares e econômicos). Ele observa que, ainda que o tema da diáspora sefardita venha merecendo diversos estudos na Europa, o período do Brasil holandês oferece diversas particularidades, como o fato de essa migração ter se dado em região que havia sido católica desde o início da colonização.

**Sheila Kaplan** Ciência Hoje/RJ

#### **OVÁRIO ARTIFICIAL CONTRA INFERTILIDADE**

A criação de um ovário artificial pode ajudar no tratamento de mulheres com problemas de infertilidade. Trata-se de um sistema de cultivo *in vitro* que tem como objetivo permitir que óvulos se desenvolvam e amadureçam fora do corpo da mãe até estarem prontos para a fecundação. O procedimento poderá reduzir a perda de óvulos, que, em mamíferos, chega a 99,9%. Projetado inicialmente com vistas a aumentar a reprodução de rebanhos, a técnica pode futuramente ser aplicada em seres humanos.

Ao contrário dos atuais procedimentos de fertilização in vitro, em que são coletados os óvulos já crescidos ou mesmo maduros, na nova técnica, desenvolvida na Faculdade de Veterinária da Universidade Estadual do Ceará (UECE), os óvulos são retirados ainda em sua fase inicial de crescimento. Eles são mantidos em uma estufa com temperatura semelhante ao corpo materno, isolados ou dentro de um pedaço do tecido do ovário, até completarem o processo de crescimento, que dura cerca de 30 dias. O ovário artificial ainda se encontra em fase de testes, mas, em estimativas realizadas para gado bovino, uma única fêmea poderá dar origem a mais de 6 mil bezerros, enquanto de maneira natural o animal pode gerar no máximo 13 filhotes ao longo de toda a vida.

Segundo o pesquisador José Ricardo de Figueiredo, da UECE, a perda maior dos

óvulos dentro do corpo da mãe acontece por disputa de espaço e nutrientes, problema que pode ser contornado com o ovário artificial. "Ele permite um aproveitamento até 60% superior dos óvulos, já que grande parte dos óvulos descartados tem potencial para se desenvolver e ser fecundada."

O pesquisador afirma que o recurso é eficaz sem causar o incômodo gerado pelas técnicas de superovulação, em que são injetados hormônios para o aumento da produção de óvulos: "O ovário artificial preserva o bem-estar animal, pois se dá exclusivamente *in vitro*, não gerando o estresse causado pelos procedimentos de superovulação e colheita de embriões."

Em seres humanos, o modelo artificial também poderá ser usado futuramente, tornando-se uma alternativa aos métodos atuais de produção de embriões in vitro, causando menos desconforto, por não provocar superovulação, e com custos mais baixos. Mas antes mesmo de seu uso em animais e em seres humanos, o sistema serve para o teste de medicamentos, pois, como possibilita a manutenção in vitro de óvulos inclusos em folículos em diferentes fases de desenvolvimento, ele permite avaliar se um medicamento é tóxico para os óvulos. "O ovário artificial já se encontra disponível para a realização de testes de drogas para a indústria", conta Figueiredo.

dos Órgãos (Parna), no Rio de Janeiro, indícios da presença de duas espécies consideradas extintas na região: a onça-pintada (Panthera onca) e o veado-mateiro (Mazama americana). A expedição, que teve a participação de pesquisadores do parque e do Centro Nacional de Pesquisas para a Conservação dos Predadores Naturais (Cenap) do Instituto Chico Mendes, de Brasília, teve como objetivo selecionar áreas para monitoramento com armadilhas fotográficas. Apesar dos sinais de exploração predatória na região, o bom estado de conservação da mata, com a presença abundante de árvores frutíferas, indica que é possível uma recuperação rápida da fauna, a partir da proteção dessas áreas.

NO RASTRO DA ONÇA-PINTADA • Foram encontrados no Parque Nacional da Serra

MINDEN PICTURES/LATINSTOCK

# Sociologia sem ideologia

sociologia está de volta ao currículo do ensino médio e traz consigo um desafio: garantir que a disciplina proporcione aos alunos verdadeiro contato com as bases da pesquisa sociológica, dando-lhes formação que os capacite para o melhor entendimento da sociedade. E, para que isso aconteça, é preciso trazer os professores de sociologia para perto da realidade da pesquisa na área. A opinião é de pesquisadores que erguem a voz em meio à celeuma que envolve o retorno da sociologia aos bancos escolares.

A polêmica não é nova. "Em 1954, durante o 1º Congresso Brasileiro de Sociologia, a obrigatoriedade da disciplina na escola secundária brasileira foi discutida e mesmo em um congresso de sociólogos o tema gerou polêmica. Alguns argumentaram que o currículo da escola média estava por demais saturado, caracterizando-o como 'enciclopédico', e que não comportava mais uma disciplina.

Outros eram mais técnicos e queriam saber o que e como seria ensinado na disciplina sociologia", conta o cientista político Amaury Cesar Moraes, da Universidade de São Paulo (USP).

O embate entre correntes que defendem ou criticam a existência de mais disciplinas no currículo escolar persiste. Para Moraes, o fato de hoje a tendência internacional ser a extinção do formato tradicional de apresentação das disciplinas, e sua substituição pela chamada abordagem transversal dos conteúdos, não justifica a exclusão das aulas de sociologia. "Aludir a tendências não é argumento que se sustente porque parece sujeitar a educação nacional a modismos. Além disso, língua e matemática também são disciplinas que podem muito bem ser ensinadas e avaliadas a partir de outros componentes curriculares, mas nem por isso o são. A reintrodução da sociologia como disciplina obrigatória no ensino médio é uma correção de percurso", defende.

#### A quem cabe a tarefa?

A lei federal que estabelece o ensino obrigatório de sociologia nas três
séries do ensino médio foi sancionada em 2006 – a proposta inicial
dos próprios sociólogos era que a
disciplina fosse oferecida em apenas um ano desse nível de ensino
– e trouxe de volta aos currículos
matéria ausente desde 1971 (ver
'Uma linha do tempo da sociologia
brasileira'). Mas, há professores
qualificados para cumprir a exigência? Parece que não.

"A formação de professores de sociologia para o ensino médio não é, ainda, uma tarefa assimilada pelas ciências sociais na maioria dos cursos existentes no país. Os professores empregam esforços em suas carreiras e acabam valorizando prioritariamente a formação do perfil acadêmico. Historicamente é essa a tendência nos cursos de ciências sociais do país", afirma a cientista social Ileizi Luciana Fiorelli Silva, da Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Silva teme que, no ensino médio, a disciplina ganhe um viés ideológico e não científico, uma vez que os professores muitas vezes não são graduados em ciências sociais; ou foram formados em instituições que não fazem pesquisa; ou, aos poucos, por causa do dia-adia nas escolas, se distanciaram dessa realidade. "Quanto maior a distância dos centros de pesquisa, maiores as chances de que as op-

FOTO RAQUELTEX



ções políticas ou religiosas do professor norteiem o ensino da sociologia. Esse distanciamento fica evidente nos materiais trabalhados nas aulas e compromete a cientificidade da disciplina", alerta a pesquisadora.

#### Pensamento autônomo

É claro que toda disciplina está sujeita à influência das ideologias predominantes em cada período histórico, não apenas nas escolas, mas também nas universidades. Porém, as ciências humanas parecem ser especialmente vulneráveis

a essa influência, por se tratar do conhecimento e estudo da própria sociedade.

Para Silva, a forma de manter a autonomia das ciências sociais nas escolas é aproximar os professores da academia, onde o rigor com a manutenção do pensamento científico é maior. "Para que as práticas de ensino dos professores de sociologia se orientem pela ciência, os agentes das ciências sociais precisam pensar na formação inicial e continuada desses professores. Mesmo que a avaliação dos órgãos oficiais de fomento, como a Coor-

denação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), não valorize atividades de ensino na graduação e pós-graduação, pesquisadores das ciências sociais poderiam problematizar as prioridades dessas agências."

Criar políticas que aproximem universidade e escola é também ponto defendido pela socióloga Maria Alice Rezende de Carvalho, da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), para tratar a questão. Segundo ela, preocupar-se com a ideologização da matéria nas escolas pode manter a discussão afastada de seu foco. "A questão é complexa, mas há uma medida relativamente simples a ser tomada: não se trata de perseguir abordagens 'mais corretas' da sociologia, deve-se, antes, perseguir uma política 'mais correta' de aproximação da pesquisa acadêmica com a escola, em seus diferentes níveis", sustenta.

Diante da preocupação com o conteúdo que será ensinado na disciplina, Carvalho ressalta que o mais importante é dar aos jovens ferramentas para que formulem suas próprias questões e pensem sobre como suas ações se inserem no contexto da sociedade. A pesquisadora lembra ainda que a sociologia terá o importante papel de ajudar a atenuar a tensão dos jovens em relação às suas escolhas. "A sociologia abre o ângulo da observação e ensina que nossas escolhas, embora pareçam exclusivamente pessoais, são, em grande medida, 'negociadas' com nossos antepassados, membros de nossa geração, classe social, vizinhança etc. Entender que nas sociedades modernas vivemos – o tempo todo – essa tensão, essa negociação, entre o 'eu' e o 'outro', entre o 'eu' e o 'nós', é um bom começo, pois amplia a base cognitiva da vida democrática", finaliza.

#### UMA LINHA DO TEMPO DA SOCIOLOGIA BRASILEIRA

"A entrada da sociologia no Brasil se deu pela via do ensino. Como então a disciplina pode hoje estar tão afastada da educação?" O questionamento é da socióloga Aparecida Neri de Souza, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Souza conta que as reformas educacionais de 1920 foram o ponto de partida da sociologia brasileira, pois foi quando, pela primeira vez, a disciplina passou a figurar no currículo das escolas normais, encarregadas da formação de professores. A intenção era capacitar os futuros professores para refletir sobre as relações entre sociedade e escola. "A concepção de que a transformação da sociedade era possível por intermédio da educação dominava na época. Os projetos de modernização da sociedade brasileira estavam presentes em discussões no meio artístico e político, como fica explícito pelo movimento modernista e pelas propostas dos partidos políticos recémcriados", diz a pesquisadora.

Segundo Souza, a pesquisa empírica sobre educação chegou às ciências sociais na década de 1950, quando o interesse pela modernização do país atingiu a universidade. Essa concepção persistiu até o estabelecimento do governo militar, quando a educação perdeu o papel central que ocupava na pesquisa sociológica. "A partir daí, a sociologia não só rejeita a educação como objeto de pesquisa empírica e teórica, mas também como objeto de estudo engajado", diz Souza. O surgimento dos programas de pós-graduação em educação, em 1971, acentuou o isolamento e o desprestígio da área na pesquisa.

Com a redemocratização, o entendimento de que a sociologia poderia ser ferramenta transformadora da escola retomou o fôlego. Termos escolares foram redefinidos: o professor é percebido como educador, e a escola, vista como instância promotora de mobilização social. Na década de 1990, a pesquisa sociológica e a educação se distanciaram cada vez mais. "Finalmente, hoje a educação é vista menos como campo para a pesquisa científica e mais como uma área de intervenção política. A questão atual é como tornar as ciências sociais comprometidas com a educação", conclui Souza.

#### Mariana Ferraz

Ciência Hoje/RJ

# Cinco vezes Machado

ais conhecido como romancista, os contos de Machado de Assis (1839-1908) vêm merecendo, nos últimos anos, maior atenção da crítica, comprovando que o bruxo do Cosme Velho, como é chamado o escritor, exibia igual maestria em ambos os gêneros, sem falar em outros que também praticava, como poemas, crônicas, comentários políticos, peças e críticas teatrais. Para marcar o centenário de sua morte, a Fundação Casa de Rui Barbosa, no Rio de Janeiro, realizou, em setembro último, um ciclo de palestras, enfatizando o pequeno formato na obra machadiana: 'Machado de Assis: cinco contos comentados', organizado pela ensaísta e crítica literária Marta de Senna.

'O alienista', 'Conto de escola', 'Singular ocorrência', 'A causa secreta' e 'Missa do galo' foram os contos comentados, respectivamente, por Sergio Paulo Rouanet, Hélio de Seixas Guimarães, Ivo Barbieri, Silviano Santiago e Marta de Senna. Trata-se de uma pequeníssima parcela da produção de Machado, que criou 217 contos ao longo de 48 anos. No entanto, por meio do exame desses textos, que não se incluem necessariamente entre os mais célebres do autor, os conferencistas mostraram não só a excepcional habilidade do narrador, "que até hoje nos encanta, nos pulveriza e nos atormenta", nas palavras do ensaísta e crítico literário Silviano Santiago, como a multiplicidade de aspectos de sua obra. Ainda este ano, os contos e seus comentários serão publicados em livro pela Casa de Rui Barbosa.

#### Imaginação diabólica

Para o filósofo e ensaísta Sergio Paulo Rouanet, da Academia Brasileira de Letras, 'O alienista' é um dos mais complexos [contos] saídos da "imaginação diabólica" do escritor. Em sua palestra, 'Machado de Assis e o mundo às avessas', ele indaga contra quê ou quem dirige-se essa sátira, centrada na figura do médico Simão Bacamarte, para quem tudo se subordina à ciência. Sua resposta: "O conto é um 'tiro de bacamarte' dirigido por um lado contra a psiquiatria, contra a ciência e contra a razão oficial e, por outro lado, contra as práticas e instituições do poder."

Convidado pelo rei para assumir o cargo de reitor da Universidade de Coimbra, Bacamarte recusa o convite em nome de implementar seu grande projeto: a criação de um asilo em Itaguaí, que pudesse abrigar todos os alienados, eliminando a loucura na região. No conto, diz Rouanet, há traços visíveis de que o escritor brasileiro leu os clássicos da psiguiatria. O ensaísta relaciona essa obra a outras de Machado e também de autores como Erasmo (1469-1536), especialmente O elogio da loucura, e Edgar Allan Poe (1809-1849), observando que dois registros dominam esse conto: o cognitivo e o político. No primeiro, a cena é dominada pela polaridade razãoloucura. No segundo, a Casa Verde, como era conhecido o asilo, funciona como um microcosmo da sociedade, em que "o governo espiritual, dedicado à ciência e ao tratamento dos loucos, e o governo temporal,

que se ocupa dos detalhes administrativos, estão em mãos de um só homem, Simão Bacamarte". Conclui Rouanet que o "humor cético de Machado de Assis não deixa esperanças em nenhum dos registros".

#### Tentação da moeda

Hélio de Seixas Guimarães, da Universidade de São Paulo, em 'Conto de escola', destacou o período em que se desenvolve a trama: a transição da Regência para o Segundo Reinado, momento exato da ascensão ao poder de D. Pedro II. Nesse ano de 1840, em uma bela segunda-feira de maio, o menino Pilar, de 11 anos, aprende uma lição de que se lembrará para sempre. Após hesitar se deveria entrar na escola ou ficar do lado de fora, brincando, ele opta pela primeira opção, pois sente ainda o impacto da sova de vara de marmelo que o pai lhe dera na semana anterior. Na escola, depara-se com a inusitada proposta de Raimundo, seu colega de turma e filho do temido mestre, Policarpo. Ele lhe oferece uma moeda do tempo do rei - "cuido que doze vinténs ou dois tostões, não me lembro; mas era uma moeda, e tão moeda que me fez pular o sangue no coração", lembraria o narrador, anos mais tarde - em troca da explicação de uma lição de sintaxe. A novidade é que, de outras vezes, Pilar ajudara o colega por simples favor. Citando os estudos machadianos do crítico literário Roberto Schwarz, que assinala o papel do "favor" na sociedade brasileira, o conferencista afirma: "É o favor que se coloca no lugar das relações formais, mediadas por instrumentos como a lei, as regras válidas para todos, e é esse favor que curiosamente está diretamente associado, no conto, à prática da corrupção ligada ao

dinheiro, que emerge com surpresa e como novidade".

Guimarães ressalta, ainda, que o conto, escrito em 1884, contém, assim, "o marco inicial de um assunto que parece fazer escola na ficção machadiana: a transformação das relações entre os homens no Brasil do século 19, cada vez mais intermediadas pelo poder dissolvente do dinheiro, ao mesmo tempo mais presente e também mais abstrato".

#### Mistério feminino

'O enigma Marocas' é o título da palestra proferida pelo ensaísta Ivo Barbieri, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, centrada no conto 'Singular ocorrência', publicado pela primeira vez na Gazeta de Notícias em 1883. Assim como Sofia, Capitu, Flora, D. Benedita, D. Severina e Maria Regina - "todas cercadas de análoga auréola de estranhamento e ambigüidade" –, entre outras personagens femininas de Machado, Marocas surge como um mistério, a partir da conversa de dois interlocutores masculinos, empenhados em desvendá-lo.

Para Barbieri, no entanto, esse objetivo é frustrado, pois a personagem "permanece indiferente a todos os rótulos (antiteticamente) polarizados como: fiel/infiel, confiável/não-confiável, verdadeira/falsa etc.". Acrescenta o crítico: "Tão imprevisível em seus atos quanto irredutível à condição de objeto do conhecimento geral, esta mulher não se deixa confinar à dimensão do olhar que a contempla e quer desvendar. A questão exposta no começo, e que fica sem resposta até o fim do conto, é saber onde está e como reconhecer a verdadeira identidade dessa personagem, enigmática, surpreendente, imprevisível, inverossímil, inexplicável." A originalidade de Machado mais uma vez frustra expectativas alimentadas pela previsibilidade do costumeiro. O escritor recusa-se a oferecer uma resposta ao enigma do feminino, pois, sempre fiel a seu modo único de ser, Marocas enuncia "a

sua discreta verdade em flagrante contradição com a loquacidade da exteriorização masculina".

#### Drama macabro

"Tétrico e mórbido" é como Silviano Santiago qualifica o conto 'A causa secreta', que escolheu como tema de sua exposição, intitulada 'Solidariedade do aborrecimento humano' – nome extraído de um capítulo do romance *Memórias póstumas de Brás Cubas*.

Publicado em jornal em 1885 e incluído 10 anos mais tarde no livro Várias histórias, o conto começa com intrigantes cinco minutos de silêncio. Eles ocorrem após uma conversa entre os principais personagens desse drama ambientado no Catumbi, bairro pequeno-burguês do Rio de Janeiro - o casal Fortunato e Maria Luísa e o amigo Garcia. Na busca de interpretar "o cúmplice e enigmático silêncio dos personagens", Santiago reproduz em sua palestra o suspense criado por Machado, convidando seus ouvintes "a enxergar em um grão a representação do complexo e anárquico universo ficcional machadiano".

O que teria ocorrido para justificar aquele instante? "Há motivação explícita para o segredo que o silêncio camufla?", indaga o crítico. Acompanhando Garcia, então acadêmico de medicina, e Fortunato, um capitalista desocupado, Santiago analisa o papel, nessa narrativa póstuma, "do 'acaso' que, pelo fio da 'coincidência', borda o tecido da vida cotidiana no grande centro urbano". Ele mostra como "a 'profissionalização' do jovem médico na praça do Rio de Janeiro se casa com o 'capital' voluptuosamente cruel e amadorístico de Fortunato". O crítico desvela a originalidade estilística e artesanal machadiana, na forma como conduz o leitor, conquistando sua "cumplicidade perversa" e levando-o, acima de tudo, a saborear as cenas habilmente armadas pelo 'bruxo' para acirrar a curiosidade e arrepiar a imaginação dos que o lêem.

#### Evocação de um momento perdido

Ao abordar 'Missa do galo' em 'Aproximações', título que deu a sua participação no ciclo de conferências, Marta de Senna, da Fundação Casa de Rui Barbosa, não escondeu tratar-se de seu conto preferido entre

todos de Machado. Publicado em *Páginas recolhidas*(1899), o conto, como diz
a pesquisadora, a despeito de seu rarefeito enredo,
ou melhor, "exatamente
porque nada 'acontece',
o que fica para o leitor
é uma atmosfera, uma
evocação (...) de alguns
minutos, especialíssimos, vividos pelo narrador na adolescência".



Como ela aponta, a frase inicial resume magistralmente a história: "Nunca pude entender a conversação que tive com uma senhora, há muitos anos, contava eu dezessete, ela trinta". A perplexidade do narrador, menino do interior que vivia hospedado em casa de um contraparente, casado em segundas núpcias com Conceição (a mulher evocada na abertura do texto), mantém-se muitos anos depois da conversa, que precedeu em cerca de uma hora a missa da noite de Natal.

Em sua análise, Senna aproxima Machado do escritor russo Anton Tchekhov (1860-1904), bem parecidos, segundo ela, embora distantes no espaço: "Em ambos, os entrechos são simples, meras linhas gerais para a criação de uma ambiência e para o delineamento dos caracteres. Em lugar de desenlaces dramáticos, que aliviem a tensão construída ao longo da história, o desenlace 'zero', que antecipa narrativas do século 20, modernas e pós-modernas. E, sobretudo, em ambos, uma economia de meios, uma concisão modelar", compara Senna.

#### Sheila Kaplan

Ciência Hoje/RJ

# Entretenimento para animais em cativeiro

Odores foram aplicados em diversos pontos da jaula do gato-do-mato-pequeno para tentar mudar os hábitos no cativeiro

ambiente limitado e pouco estimulante do cativeiro pode causar uma série de problemas aos animais, como tédio e estresse. Além disso, algumas espécies mantidas em confinamento sofrem com nutrição e manejo reprodutivo inadequados e perda de diversidade genética. Para corrigir essa situação, pesquisadores da Fundação Jardim Zoológico (Riozoo), do Rio de Janeiro, e da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) analisaram o comportamento de pequenos felinos brasileiros, como o gato-domato-pequeno (Leopardus tigrinus) e o gato-maracajá (Leopardus wiedii), e propuseram alternativas para melhorar o bem-estar das espécies e diversificar o comportamento desses animais em cativeiro.

A pesquisa foi desenvolvida por Gelson Genaro, Letícia de Souza Resende e Artur Andriolo, da UFJF, e Valdir Ramos Júnior e Gabriella Landau Remy, do Riozoo. Segundo Genaro, os pequenos felinos mantidos em cativeiro se movimentam muito pouco e passam mais de 70% do seu tempo em 'descanso'. Esses animais, quando livres na natureza, percorrem grandes distâncias em busca de alimento, abrigo e parceiros sexuais, mas enjaulados apresentam uma série de comportamentos estereotipados, como deslocamento repetitivo e sem motivo aparente, o que pode indicar condições inapropriadas de manutenção em cativeiro. A meta da pesquisa é fazer com que os animais dediguem mais tempo a hábitos naturais, como vigilância, demarcação de território, obtenção de alimentos e brincadeiras.



Para estimular um comportamento mais diversificado dos animais, a equipe adicionou odores de canela e erva-de-gato (Nepeta cataria) em diversos pontos das jaulas. Os resultados da pesquisa indicaram que, apesar do tempo de interação dos animais com os novos odores ser relativamente pequeno, eles influenciaram uma mudança de comportamento dessas espécies. A presença de canela não aumentou a atividade dos animais, mas reduziu de maneira significativa o comportamento estereotipado. Já a adição de erva-de-gato, embora também não tenha reduzido as estereotipias, influenciou a expressão de comportamentos naturais, como a marcação do território com urina.

#### Quebra de rotina

Genaro afirma que as ações de 'enriquecimento ambiental', como é conhecida a técnica de estímulo a um comportamento mais diversificado de animais em cativeiro, são muito importantes. "O objetivo dessas técnicas é mantê-los sempre ocupados e estimular comportamentos mais próximos dos animais de vida livre", explica. "Também é possível desenvolver um ambiente mais estimulante com a criação de obstáculos físicos no recinto e oferecimento de alimentos de maneira distinta, com tamanhos diferentes e a intervalos irregulares."

Atualmente, o enriquecimento ambiental é empregado em diversas instituições, como zoológicos e aquários, como forma de melhorar o bem-estar de aves, primatas e outros animais. Genaro ressalta que é essencial conhecer bem o comportamento desses animais para criar melhores condições para sua manutenção em cativeiro, situação que se torna mais freqüente já que muitas espécies correm o risco de ser extintas na natureza.

#### **Igor Waltz**

Ciência Hoje/RJ

## Escudeiro do subsolo

m dos maiores problemas que envolvem a construção de aterros sanitários é o risco de contaminação do solo, em especial das reservas de água subterrâneas. Para evitar esse tipo de acidente, normalmente se recobre a área com solo compactado e sobre ela se estende uma manta plástica de alta densidade (geomembrana). O processo, bastante caro, deverá ser substituído daqui a alguns anos por uma opção mais eficiente e mais barata. É esse o objetivo do engenheiro civil Eduardo Dell' Avanzi, que lidera um grupo de pesquisa da Universidade Federal do Paraná (UFPR) na área de geotecnia. Para a realização do trabalho, a equipe conta com parcerias de outras universidades e empresas nacionais.

"Estamos desenvolvendo um método para fazer com que o solo possa repelir água, protegendo-o do principal agente contaminante: o chorume", revela Dell' Avanzi. O chorume, que agrega agentes patogênicos e toxinas, resulta da passagem de água por material orgânico em decomposição. As pesquisas vêm sendo realizadas desde 2002, e até o momento a equipe já conseguiu controlar o processo de repelência em areia. Embora seja um material extremamente permeável, com a aplicação do novo método ela se torna capaz de sustentar uma coluna d'água de 9 cm. "Acreditamos que a indução da repelência de água em solos argilosos poderá torná-los capazes de sustentar colunas d'água ainda maiores", adianta o engenheiro.

No momento a equipe vem trabalhando com aerosol de teflon (nome comercial do politetrafluoroetileno), que é borrifado sobre a camada de solo. Normalmente,



durante um processo de infiltração, a água flui por pequenos canais (capilares), progredindo conforme a interação entre a tensão superficial do líquido e as partículas de solo. "Induzindo os grãos a repelir água, graças ao uso de um material como o teflon, a tensão superficial do líquido atua em sentido inverso, dificultando a infiltração", explica Dell' Avanzi. Outro foco da pesquisa é o desenvolvimento de um agente indutor de repelência alternativo a partir de ácido húmico, um dos componentes do chorume. A previsão é de que esse novo produto (que deverá substituir o teflon) se torne comercialmente viável daqui a alguns anos.

#### Comparação

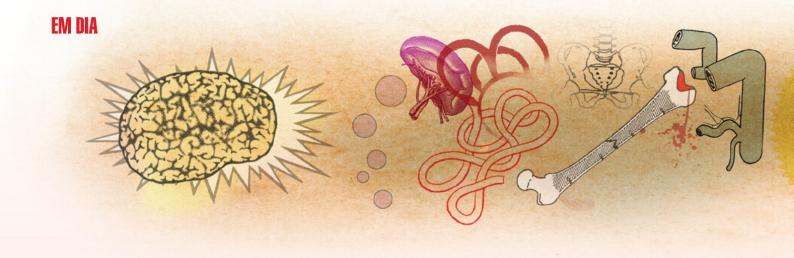
Entre areia e argila há uma grande diferença de comportamento no que diz respeito à maneira como as partículas se agregam. Por serem muito menores que grãos de areia e por serem carregadas eletricamente, as partículas de argila, no arranjo alcançado durante um processo de compactação, são influenciadas pela umidade do solo e pela presença de sais e outras substâncias iônicas. "Por isso, a interação entre o agente

repelente e as partículas de argila é mais complexa, envolvendo forças em escala microscópica", diz o engenheiro da UFPR. Como é desejável que a cobertura de aterros seja eficiente durante muitos anos, deve-se avaliar o desempenho, em longo prazo, do solo repelente quando submetido a sucessivos ciclos de umedecimento e secagem.

Outro aspecto relacionado com aterros sanitários é a geração de gases pela decomposição de matéria orgânica. Seu aproveitamento já é feito há muito tempo por meio de biodigestores, que confinam o lixo e, graças a um processo de fermentação anaeróbica, liberam gás metano. Mas isso é realizado em pequena escala. A equipe de Dell' Avanzi está desenvolvendo métodos mais eficientes para o aproveitamento desse resíduo. O gás metano – um dos causadores do efeito estufa - tem elevado potencial energético, e seu adequado aproveitamento na geração de energia limpa poderá ser convertido em créditos de carbono para o Brasil.

#### Guilherme de Souza

Especial para Ciência Hoje/PR



BIOLOGIA Fesbe comemora participação em decisões sobre temas ligados à pesquisa biológica

# Atuação política decisiva

Federação de Sociedades de Biologia Experimental (Fesbe) celebra este ano os bons resultados de sua atuação junto às diversas esferas do governo com o objetivo de concretizar os anseios das sociedades científicas na regulamentação de temas ligados à pesquisa nas várias áreas da biologia. Essas conquistas políticas foram destacadas pelo presidente da entidade, o neurofisiologista Luiz Eugênio Araújo de Moraes Mello, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), durante a 23ª Reunião Anual da Fesbe, realizada de 20 a 23 de agosto em Águas de Lindóia (SP).

Uma das grandes vitórias da Federação foi a aprovação, na Câmara dos Deputados, em maio, e no Senado Federal, no mês passado, da chamada Lei Arouca (Projeto de Lei 1.153/95), proposta pelo médico sanitarista e deputado federal Sérgio Arouca (1941-2003) para regulamentar a criação de animais para finalidades científicas e seu uso em pesquisas e experimentos. O projeto de lei tramitava no Congresso Nacional há 13 anos e foi aprovado apesar da oposição de alguns grupos que defendem o banimento total do emprego de animais em pesquisas. O projeto seguiu agora para a sanção pre-

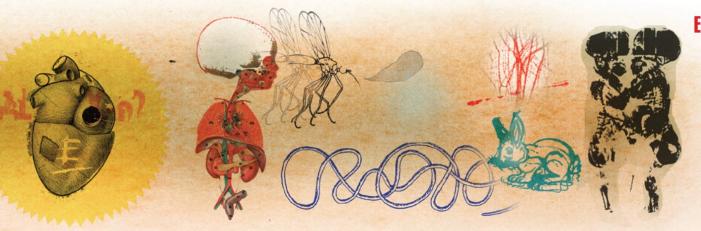
"Talvez tenhamos essa lei finalmente sancionada este ano", acredita Mello. E completa: "Não tenho dúvida de que a Fesbe teve atuação decisiva nessa questão, às vezes até liderando o processo. Mas também não podemos esquecer, é claro, da contribuição de outras sociedades científicas."

O presidente da Fesbe também destacou o papel da entidade no julgamento, pelo Supremo Tribunal Federal (STF), da ação direta de inconstitucionalidade do artigo da Lei de Biossegurança - aprovada em 2005 - que autoriza pesquisas com células-tronco embrionárias humanas. Em maio de 2008, três anos após a proposição da ação, os ministros do STF votaram pela legalidade das pesquisas. "A Fesbe contribuiu para esse resultado", diz Mello. Ele ressalta que a entidade aparece citada no voto de um dos ministros. "Isso é extremamente gratificante."

Outro destaque foi a atuação da Fesbe na consulta pública feita no início deste ano pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) sobre a regulamentação da 👨 importação de materiais biológicos. Segundo Mello, a entidade participou ativamente e teve algumas de suas propostas encampadas na lei. "Essa é a ação que se espera de uma federação", completa.

A diretoria atual da Fesbe também está empenhada em levar adiante iniciativas de regionalização de seus eventos, o que resultou este ano na realização do maior congresso regional já feito pela entidade, que reuniu 800 participantes em Fortaleza (Ceará). "Além disso, fizemos um pré-congresso em Sobral, uma cidade com pouca oportunidade de exposição de suas atividades científicas", diz Mello.

O pesquisador destaca ainda que a Fesbe vem progressivamente tentando integrar as ações de suas diferentes sociedades, buscando a multidisciplinaridade. Esse é um dos objetivos da reunião anual, que este ano teve cerca de 1.800 inscritos e promoveu 20 conferências, 63 módulos temáticos, 13 cursos e 1.441 painéis. "Esperamos colocar as pessoas em contato para que troquem experiências e daí surjam novas idéias e soluções para problemas", comenta Mello.



#### Diagnóstico da leucemia

Entre os resultados de pesquisas apresentados na reunião, está a identificação de proteínas associadas a um tipo de leucemia, que podem dar origem a um kit de diagnóstico mais barato, preciso e eficaz para a doença. Pesquisadores do Instituto Nacional de Câncer (Inca) detectaram proteínas que se expressam de forma diferenciada em células da medula óssea de doadores saudáveis e de pacientes com leucemia mielóide crônica, doença causada por uma mutação nas células-tronco que pode afetar todas as linhagens de células sangüíneas, principalmente as mielóides.

Essa doença tem uma fase crônica, em que cresce o número de células-tronco hematopoiéticas (que se diferenciam em células do sangue). Depois, na chamada fase blástica, ocorre o aumento de células que não são mais capazes de se diferenciar e, por isso, perdem sua função, levando o indivíduo à morte.

A comparação das células de indivíduos saudáveis e doentes mostrou que 22 proteínas têm sua expressão aumentada na fase crônica desse tipo de leucemia e nove não são mais reguladas pelos pacientes. "Essas proteínas foram validadas em mais de 100 pacientes e podem ser consideradas marcadores da fase crônica da doença", afirma a geneticista Eliana Abdelhay, chefe da divisão de laboratórios do Centro de Transplantes de Medula Óssea do Inca.

Os pesquisadores do Inca também compararam células de pacientes nas fases crônica e blástica e observaram que 42 proteínas se expressam de forma diferenciada. Em seguida, estudaram células de pacientes submetidos a tratamento com uma droga disponível no mercado.

Segundo Abdelhay, uma das proteínas ausente nas células de indivíduos saudáveis, chamada NuMA, surge na fase crônica da doença e fica superexpressada na fase blástica. Quando o indivíduo responde ao tratamento farmacológico, ela volta aos níveis da fase crônica. Em muitos casos, os pacientes são resistentes ao medicamento e a proteína se expressa da mesma forma que na fase blástica. "Essa proteína pode ser usada para diagnosticar e acompanhar a evolução da doença e para avaliar a suscetibilidade do paciente à droga", destaca a pesquisadora. A equipe tenta agora inibir a proteína NuMA para verificar se essa estratégia reverteria a doença da fase blástica para a crônica.

As proteínas identificadas serão reunidas para que seja desenvolvido um *kit* de diagnóstico da leucemia mielóide crônica. "Acredito que esse *kit* esteja validado em menos de um ano", prevê a geneticista, embora isso não signifique sua disponibilização no mercado.

O método usado atualmente para diagnosticar a leucemia mielóide crônica funciona em 90% dos casos. Mas há alguns fatores que podem prejudicar o diagnóstico da doença. Além disso, poucas são as instituições que fazem o exame. "O nosso *kit* permitirá que o teste seja feito em qualquer lugar do Brasil", ressalta Abdelhay.

#### Marcadores da dengue

O estudo das proteínas encontradas nas células do corpo também tem se mostrado promissor para acompanhar a evolução da dengue no organismo e entender seus mecanismos. Um grupo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) detectou proteínas que têm expressão diferenciada em células do fígado infectadas com a doença.

Segundo a bioquímica Russolina Zingali, do Instituto de Bioquímica Médica da UFRJ, que apresentou o estudo, o fígado é um importante órgão envolvido na evolução da dengue. A identificação das proteínas expressas em suas células pode ajudar a entender melhor seu papel.

Os pesquisadores analisaram células de hepatoma humano (tumor maligno de fígado) infectadas com o vírus da dengue, pois não existe modelo animal em que a doença se desenvolva de forma similar à dos humanos. "Identificamos, por meio da técnica de espectrometria de massa, 119 proteínas, sendo 25 exclusivas das células infectadas", revela Zingali. Agora o grupo trabalha na identificação de seus peptídeos.

A análise mostrou, nas células com dengue, o aumento das enzimas relacionadas ao estresse oxidativo e de uma citosina (fibra orgânica presente no citoplasma) chamada MIF, envolvida em doenças inflamatórias e auto-imunes. Além disso, foram encontradas nessas células a proteína Timp-2 e proteínas que ajudam no enovelamento da proteína viral.

O estudo também detectou, nas células infectadas, a diminuição da expressão da molécula DENV2. "Essa poderia ser a porta de entrada do vírus da dengue", propõe Zingali. A hipótese será investigada futuramente pelos pesquisadores. O grupo pretende ainda correlacionar seus resultados com os de outra equipe, que estuda as proteínas expressas em soros extraídos de pacientes com dengue, para encontrar marcadores para a doença.

#### Combate à asma

Novos medicamentos para tratar a asma poderão ser desenvolvidos no futuro graças a estudos feitos na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e na Universidade de São Paulo (USP). Testes em animais revelaram o potencial terapêutico de compostos semelhantes ao anestésico lidocaína e de substâncias extraídas de duas plantas.

Doença inflamatória crônica que causa o espessamento das vias aéreas e dificulta a respiração, a asma tem tratamento difícil, que geralmente combina o uso de corticóides (para combater a inflamação) e broncodilatores (que dilatam os brônquios, melhorando o fluxo respiratório). Embora as drogas existentes sejam eficazes para a maioria dos pacientes, há casos de resistência e efeitos colaterais indesejados.

Recentemente, estudos feitos em humanos mostraram que a nebulização com lidocaína, comumente usada como anestésico local, poderia inibir a asma. No entanto, seu efeito anestésico provocou alta incidência de irritação nas vias aéreas. Com base nesses resultados, uma equipe da Fiocruz sintetizou diversas substâncias a partir de modificações na molécula de lidocaína para reduzir sua ação anestésica.

Testes feitos em animais mostraram que uma das substâncias sintetizadas – aquela com a menor atividade anestésica, chamada JMF2-1 – tem efeitos antiinflamatório e broncodilatador similares aos do corticóide usado no experimento. Nos casos de resistência ao medicamento – um problema grave na atual terapia antiasmática –, sua eficácia foi maior. Além disso, ela não prejudica a resposta imunológica do organismo, ao contrário dos corticóides.

O farmacólogo Marco Aurélio Martins, chefe do Laboratório de Inflamação do Instituto Oswaldo Cruz, da Fiocruz, acrescenta que o composto também mostrou toxicidade relacionada à ação anestésica bem menor do que a da lidocaína. Mas ainda será preciso realizar um amplo estudo toxicológico para avaliar seus efeitos sobre os vários órgãos do corpo. "Desenvolvemos um composto parente da lidocaína que não é anestésico e tem menor interferência sobre os reflexos neuronais do paciente, menor neurotoxicidade e melhor ação antiinflamatória", destaca. Segundo ele, o Instituto de Tecnologia em Fármacos (Farmanguinhos), da Fiocruz, onde os novos compostos foram planejados e sintetizados, conseguiu produzir quilos da nova substância, o que garante sua disponibilidade para a continuidade dos testes.

Outro medicamento para o combate da asma poderá ser desenvolvido a partir das plantas Lafoensia pacari (conhecida como dedaleiro) e Synadenium carinatum (a chamada leiterinha ou cega-olho), que tiveram sua atividade antiinflamatória comprovada por pesquisadores da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, da USP.

O grupo usou o extrato da *L. pacari* para tratar animais infectados com um verme encontrado em cães e que pode migrar para o homem e causar lesões nos pulmões. Segundo a imunologista Lucia Faccioli, coordenadora da pesquisa, a planta conseguiu inibir significativamente a inflamação pulmonar nos animais, se comparada a um corticóide. Testes com a proteína lectina isolada do látex da *S. carinatum* comprovaram efeito semelhante.

#### Exercícios e epilepsia

O pesquisador Ricardo Mario Arida, do Departamento de Fisiologia da Unifesp, apresentou estudos que mostram que a prática de exercícios físicos pode reduzir as crises de epilepsia, doença neurológica grave mais comum, que afeta de 2% a 4% da população de países em desenvolvimento.

O efeito da atividade física foi testado em ratos submetidos à epi-



lepsia do lobo temporal, tipo mais comum da doença e cujos pacientes são mais resistentes aos medicamentos. Os animais, que apresentavam crises epiléticas espontâneas e recorrentes, passaram por um programa de exercício em que tinham que correr na esteira de 40 a 60 minutos por dia durante 45 dias (período em que normalmente a atividade física gera benefícios para os vários sistemas do organismo humano).

Segundo Arida, os animais que se exercitaram tiveram redução de 50% no número de crises em relação aos que não praticaram atividade física. Em outro estudo, os animais doentes submetidos a treinamento físico levaram mais tempo para atingir o estágio de crise generalizada.

Os pesquisadores ainda não conhecem totalmente os mecanismos
neurológicos responsáveis por proteger o cérebro dos animais com
epilepsia que praticaram atividade
física. Mas alguns estudos mostraram
aumento da taxa metabólica em duas
regiões cerebrais – o colículo inferior
e o córtex auditivo –, o que sugere um
maior estado de alerta durante o exercício. Além disso, verificou-se uma
diminuição das alterações eletrencefalográficas normalmente observadas
em animais com epilepsia.

Arida lembra que, há duas décadas, portadores de epilepsia eram contra-indicados à prática de exercícios. Hoje, embora não haja estudos conclusivos com seres humanos, já é possível indicar para esses pacientes a realização de atividade física regular. "Além da redução das crises, o exercício promove benefícios psicológicos e sociais, pois ajudam na integração do indivíduo", destaca. Mas ele ressalta que é preciso ter certas precauções com alguns esportes, como o mergulho e o alpinismo, que podem colocar em risco a vida do epilético caso ele tenha uma crise durante a prática da atividade. "É preciso avaliar riscos e benefícios antes de prescrever o exercício", pondera. E acrescenta: "Além disso, ele não é uma alternativa ao tratamento convencional, e sim uma atividade complementar."

#### Riscos em transfusões

A médica Ester Cerdeira Sabino, da Fundação Pró-sangue, instituição ligada à Secretaria da Saúde de São Paulo e à Faculdade de Medicina da USP, alertou para o risco de transmissão do vírus da Aids em transfusões de sangue no Brasil. Um estudo que examinou as bolsas de sangue da Fundação entre 1996 e 2001 mostrou que a prevalência do HIV nas transfusões diminuiu nos últimos anos em São Paulo, mas a contaminação ainda é significativa. "O risco de infecção por HIV em transfusões é de 15 casos por milhão, número 10 vezes maior do que o de bancos de sangue europeus e norte-americanos", ressalta a pesquisadora.

A possibilidade de contaminação em transfusões deve-se à existência de um período após a infecção pelo HIV em que o corpo do doador ainda não produziu uma quantidade de anticorpos suficiente para ser detectada pelos testes realizados nos bancos de sangue. "Hoje são feitos dois testes de anticorpos e essa janela imunológica é de 22 dias", conta Sabino.

Uma pesquisa feita com os doadores mostrou que a situação se agrava porque muitos deles estão em busca apenas de um exame de sangue. "Os indivíduos se expõem ao vírus e querem um resultado rápido, o que faz com que procurem os bancos de sangue justamente no período da janela imunológica", ressalta a médica.

Para diminuir os riscos de infecção pelo HIV nas transfusões, uma das alternativas seria a realização de mais um teste no sangue doado, capaz de reduzir a janela imunológica em 11 dias. Além disso, os pesquisadores analisam meios para melhorar a triagem dos doadores feita pelos bancos de sangue e campanhas para ensinálos a não doar em caso de comportamento de risco.

## **Thaís Fernandes**\* Especial para *Ciência Hoje*/RJ

\*A jornalista viajou a Águas de Lindóia a convite da Fesbe



EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

#### FÍSICA ATUALIZADA NAS ESCOLAS

Grandes avanços no conhecimento da estrutura elementar da matéria, ocorridos durante o século 20, ainda não chegaram ao currículo do ensino médio, que permanece engessado na visão do século 19. Para divulgar as descobertas mais recentes da física entre os estudantes brasileiros, pesquisadores da Universidade Federal do ABC (UFABC), em São Paulo, e do Centro Regional de Análise de São Paulo (Sprace, na sigla em inglês) desenvolveram um projeto didático que resultou na elaboração de um cartaz para ser distribuído a todas as escolas de ensino médio do país.

O projeto, intitulado 'Estrutura elementar da matéria: um cartaz em cada escola', distribuiu mais de 50 mil cartazes e 25 mil folhetos explicativos às escolas e também a órgãos federais de educação e tecnologia, instituições de divulgação científica e entidades da área de educação da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP). O projeto conta ainda com uma página na internet com materiais adicionais e fórum de debate aberto aos alunos, mediado por pesquisadores da área.

O cartaz traz explicações sobre conceitos mais recentes, como os quarks e léptons, que são os blocos fundamentais com os quais é constituída a matéria. As interações entre essas partículas podem ser classificadas em forte, fraca e eletromagnética e se dão pela troca de partículas intermediárias (glúon, W, Z e fóton). De acordo com o coordenador do projeto, o físico Sérgio Ferraz Novaes, do Sprace, houve mais avanços na área da física no último século do que em todo o período anterior da história. "O estudo da física ainda se baseia na primeira versão da tabela periódica, introduzida por [Dmitri Ivanovich] Mendeleiev [1834-1907] no final do século 19. Hoje, conhece-se a natureza da matéria de maneira mais profunda, mais abrangente."

#### Ledyane Dalgallo Rocha

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Positivo (PR)



#### Leila Teresinha Maranho

Curso de Ciências Biológicas e Mestrado em Gestão Ambiental, Universidade Positivo (PR)



# Desertificação no Paraná

A desertificação, que resulta, entre outros fatores, de variações climáticas e atividades humanas, atinge hoje cerca de 60 mil km2 de terras férteis por ano em todo o mundo, empobrecendo o solo, comprometendo recursos hídricos e levando à perda de biodiversidade. No Brasil, o fenômeno ocorre em regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, principalmente no Norte e Nordeste. Por isso, quando se fala em desertificação entre nós, acredita-se que ela esteja restrita àquelas regiões, dando-se pouca atenção ao problema no Sul do país. No Paraná, fortes processos erosivos degradam os solos, abrindo caminho para a desertificação, como apontam estudos registrados em revistas científicas.

Alguns pesquisadores sugerem que regiões onde predominam monoculturas de grãos e espécies exóticas que fornecem celulose, como o eucalipto e o pínus, são mais suscetíveis ao processo de desertificação. No Paraná, essas monoculturas concentram-se em grande parte nas terras agricultáveis do estado, um dos maiores produtores de grãos e celulose do Brasil.

Em 2005, a monocultura de pínus ocupava 700 mil hectares no Paraná, e a previsão é de que alcance cerca de 2,1 milhões de hectares até 2020. Cabe lembrar que essa monocultura é considerada a principal ameaça à conservação dos últimos remanescentes das florestas de araucária (Araucaria angustifolia), que está na lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Dos 20 milhões de hectares originalmente cobertos por essas florestas, restam hoje não mais que 2%; no Paraná, onde é considerada árvore-símbolo, o uso industrial de sua madeira foi o principal responsável pelo desmatamento.

Os problemas de degradação no Paraná ocorrem principalmente na região do Arenito Caiuá, localizada no noroeste do estado e assim chamada devido ao seu tipo de solo (95% de areia branca). A agricultura que aí se pratica despreza cuidados de manejo e conservação do solo; o quadro torna-se ainda mais preocupante com a devastação de florestas nativas.

Uma vez que a falta de manejo do solo é fator de desertificação, cabe investigar se há indícios do processo nas áreas de monocultura, para evitar danos econômicos e ambientais. No Paraná, constatou-se grande influência das monoculturas de café, milho e soja no processo de desertificação no oeste, noroeste e norte do estado. Nessas regiões faltam cuidados essenciais que evitem o comprometimento da camada húmica do solo e dos recursos hídricos.

Em uma monocultura, é fundamental que os nutrientes absorvidos pela espécie cultivada sejam repostos após a colheita – uma ação prudente que otimiza a qualidade do solo. Mas infelizmente isso só é feito em uma pequena parcela das áreas de monocultura paranaenses. Em boa parte dessas áreas já se percebe o empobrecimento do solo, causado pela redução da concentração de nutrientes. Em alguns casos, o problema pode levar à queda de produção.

Em 2007, a safra de feijão no Paraná caiu de 23,6% para 17,3% do total produzido no Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, as recentes quedas na produção de alimentos no país decorreram de fatores climáticos. Diante disso, cabe considerar que essa redução tenha ocorrido em conseqüência de processos de desertificação.

Tais evidências fundamentam a afirmação de que as áreas de monocultura são mais suscetíveis à desertificação. Corrobora essa tese o fato de serem cada vez mais freqüentes os relatos de agricultores associando diminuição das safras à redução da produtividade do solo. Além de diminuir a biodiversidade nas áreas em que ocorrem, as monoculturas requerem o emprego de agrotóxicos, que causam diversos problemas ambientais.

Alguns autores consideram as monoculturas de espécies exóticas como o pínus e o eucalipto um problema pelo fato de o seu cultivo dar origem a desertos verdes e a processos de contaminação biológica (grandes áreas povoadas por uma única espécie), causando desertificação a partir da redução de biodiversidade. Pesquisas recentes mostram que essas monoculturas são potenciais desencadeadoras de desertificação por danificar o solo em que são cultivadas – como a absorção de grande quantidade de nutrientes e água -, reduzindo sua fertilidade. Daí a importância de se manejar o solo, antes e depois do cultivo.

Além disso, deve-se fomentar o estudo de espécies nativas arbóreas de crescimento rápido no Brasil. Assim, seria possível substituir espécies exóticas como o eucalipto e Monoculturas são potenciais desencadeadoras de desertificação por danificar o solo em que são cultivadas, reduzindo sua fertilidade. Daí a importância de se manejar o solo, antes e depois do cultivo

o pínus por espécies cujo cultivo é menos nocivo ao ambiente.

A Embrapa Florestas - unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária localizada no município de Colombo, na região metropolitana de Curitiba - já desenvolve iniciativas para recuperar e manejar áreas degradadas com o uso de espécies nativas. Cabe citar ainda os estudos que vêm sendo realizados desde 2005 por pesquisadores do curso de graduação de Ciências Biológicas e do mestrado profissional em Gestão Ambiental da Universidade Positivo. Esses estudos propõem a recuperação de áreas degradadas a partir do emprego de espécies nativas, com o objetivo de acelerar o processo de sucessão, ou seja, reduzir o tempo para que se estabeleça uma vegetação típica em áreas anteriormente afetadas.

Quanto à monocultura de grãos, o consórcio de culturas é a solução que tem se mostrado mais eficaz na ampliação da vida útil do solo. Comparando-se as monoculturas consorciadas com aquelas em que não se adota esse tipo de manejo, é nas primeiras que se observam maior produção e melhor qualidade

do solo. Tal informação deve ser levada à população em geral e aos agricultores em particular, para que o solo não deixe de ser um recurso renovável. No entanto, algumas entidades alegam que a conscientização de produtores teria um alto custo, tornando-se por isso inviável.

Das iniciativas de educação ambiental bem-sucedidas no Paraná, cita-se a do município de Abatiá, onde há um projeto de conscientização de crianças e adolescentes sobre desertificação, empobrecimento do solo e aquecimento global, entre outros problemas ambientais.

Alguns estudos mostram que a transformação de fragmentos florestais em reservas legais seria uma ação indispensável ao desenvolvimento sustentável, trazendo benefícios tanto para os produtores rurais quanto para o ambiente.

Quando os efeitos da desertificação se tornarem mais perceptíveis – hoje talvez sejam pouco visíveis para a população –, a opinião pública possivelmente começará a pressionar para que se tomem medidas de prevenção e para recuperar áreas em que o processo já tenha se instalado.

BIOLOGIA Bactéria que causa úlcera tem relação antiga e complexa com o ser humano

# A vida dentro do estômago

Sílvia Beleza de Moura

Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais

bactéria Helicobacter pylori, embora pequena (tem apenas três milésimos de milímetro de comprimento), é considerada uma grande vilã, já que causa gastrite e contribui para o aparecimento de doenças graves, como úlcera e câncer de estômago. Esse conhecimento, entretanto, é recente, pois a bactéria foi identificada apenas em 1983, pelos cientistas australianos John Robin Warren e Barry Marshall. A descoberta teve tamanho impacto para a saúde humana que, em 2005, esses cientistas receberam o prêmio Nobel de Medicina.

Embora sua capacidade de causar doença em seres humanos seja o que aponta os holofotes para essa bactéria, outros aspectos tornam o *H. pylori* um ser extraordinário, como as estratégias que usa para se adaptar ao ambiente em que vive, o estômago, onde precisa 'driblar' a elevada acidez do suco gástrico, além da interação – e a longa convivência – que mantém com seu hospedeiro.

Essa peculiar capacidade de adaptação do *H. pylori* às condições hostis do estômago surpreende porque é fazendo uso da acidez e das enzimas digestivas do suco gástrico que os seres humanos reduzem as chan-

ces de contágio por microrganismos ingeridos com os alimentos. O *H. pylori*, no entanto, adquiriu ao longo da evolução estratégias engenhosas que fazem com que se sinta 'em casa' nesse ambiente que seria insuportável para outros seres vivos. Uma estratégia marcante é a produção abundante de uma enzima (a urease), que transforma a uréia presente no suco gástrico em amônia, substância alcalina que envolve a bactéria como um manto protetor, neutralizando o ácido ao seu redor.

A bactéria é espiralada e móvel, características que a tornam uma excelente nadadora, mesmo em meio à trama densa formada pelo muco que recobre as células das paredes internas do estômago. O muco impede que as células do

Grande
parte do prejuízo
causado pela infecção
gástrica não é conseqüência
direta da ação dessa bactéria
e sim da reação do
hospedeiro à sua
presença

estômago sofram a ação do suco gástrico durante a digestão. O *H. pylori* aproveita o ambiente protegido criado para essas células, penetrando no muco com movimentos semelhantes ao de um saca-rolhas, e se alojando bem perto delas.

Nesses locais, em íntimo contato com as células de seu hospedeiro, a bactéria encontra tudo o que precisa para viver e, sem outros microrganismos competidores, multiplica-se de maneira abundante. O hospedeiro, no entanto, percebe sua presença e reage, acionando suas células de defesa (as do sistema imunológico) para tentar expulsar o intruso. A reação de defesa, porém, não é suficiente para eliminar o H. pylori, talvez pelo acesso difícil aos locais onde este se instala. Surge, assim, o que é chamado de infecção crônica, e o microrganismo, indiferente à reação do hos-

pedeiro, permanece no local definitivamente.

#### Bactéria 'original'

Essa é uma característica pouco comum entre as bactérias. A maioria das espécies causadoras de doenças coloniza o organismo de modo transitório, sendo eliminada pelas defesas do hospedeiro ou causando tanto dano que leva este à morte. O H. pylori é mais 'original' em sua forma de agir: é quase um comensal, pois em geral vive no estômago sem causar danos suficientes para matar o seu provedor.

Na realidade, grande parte do prejuízo causado pela infecção gástrica não é conseqüência direta da ação dessa bactéria e sim da reação do hospedeiro à sua presença. O sistema de defesa, incapaz de reconhecer suas limitações diante desse inimigo incomum, continua indefinidamente fazendo investidas e lançando 'bombas' que acabam prejudicando o próprio hospedeiro. Quanto mais agressiva é a reação do hospedeiro contra a bactéria, pior para ele.

Entretanto, a maioria dos indivíduos portadores do H. pylori apresenta apenas uma reação (inflamação) superficial, que sequer provoca sintomas. Mas essa 'harmonia' na relação bactériahospedeiro é um tanto frágil, e uma situação ou conjunto de situações pode levar a um desequilíbrio com graves conseqüências. É o que ocorre, por exemplo, quando uma linhagem mais agressiva da bactéria coloniza um hospedeiro mais reativo ou mais suscetível. A duração da relação entre o microrganismo e o hospedeiro também parece ser um fator importante, em especial no caso do câncer gástrico.

#### Da infância até a morte

A infecção pelo *H. pylori* ocorre normalmente na infância, e permanece desde essa etapa da vida até a morte de seu hospedeiro. Depois de muitos anos de convívio, os danos, ainda que pequenos, acumulam-se e abrem feridas maiores, às vezes irreversíveis, que culminam em doença. Sob esse ponto de vista, o *H. pylori* teria obtido o *status* de bactéria patogênica apenas recentemente, à medida que a expectativa de vida do homem foi se tornando maior, permitindo que as conse-



quências de sua longa permanência fossem finalmente reveladas.

E de onde a bactéria vem? Como ela é adquirida? Ela é transmitida pelo contato de uma pessoa infectada para uma pessoa susceptível (normalmente uma criança). As mães, devido à relação íntima que têm com os filhos, são as principais fontes de contágio. Assim, juntamente com o carinho e os cuidados maternais, as crianças recebem a bactéria com a qual as mães também conviveram por toda a vida. É provável que a contribuição dos pais seja menor na transmissão da bactéria, por seu papel em geral mais distante ou mais tardio na relação com os filhos.

O *H. pylori* foi extremamente bem-sucedido em suas estratégias de transmissão e sobrevivência, pois é tão cosmopolita quanto o ser humano e está presente no estômago de mais da metade da população mundial. Seu sucesso vem de longa data, pois essa bactéria acompanha nossa espécie desde seu surgimento, há pelo menos 100 mil anos. Os cientistas estão descobrindo, agora, que a evolução do *H. pylori* está intimamente ligada ao comportamento social humano, principal-

mente por causa do seu modo de transmissão, restrito ao ambiente familiar.

Um aspecto curioso está na constatação de que, da mesma forma que os seres humanos se organizaram, ao longo da história, em comunidades pequenas e isoladas, com trocas genéticas limitadas entre populações, as linhagens de H. pylori também ficaram restritas às comunidades humanas que as abrigaram. Estudos comprovam que os grupos humanos de regiões diferentes têm características genéticas distintas, e que o mesmo ocorre com as linhagens dessa bactéria associadas a tais grupos. Essa descoberta oferece uma nova maneira de esclarecer pontos ainda obscuros sobre a migração e diversificação humana, entre outros aspectos da nossa história.

Tudo o que foi dito revela como uma análise mais minuciosa do Helicobacter pylori e da sua relação com os seres humanos pode ser enriquecedora e surpreendente. Ela nos permite muito mais do que simplesmente combater as doenças que essa bactéria causa: oferece uma oportunidade de conhecermos a nós mesmos um pouco mais.

H. pylori visto em microscópio eletrônico (micrografia colorizada, com ampliação de 16.650 vezes). Essa bactéria coloniza o estômago de seres humanos, onde causa gastrite (inflamação gástrica). Também está associada ao aparecimento de úlcera gástrica e duodenal, além de câncer de estômago

ECOLOGIA Divulgar a fauna brasileira é importante para a conservação no país

# Como preservar nossos valores naturais?

Um dos principais objetivos da criação de áreas naturais protegidas é a preservação da biodiversidade, mas para isso é essencial o comprometimento de seus gestores com esse princípio. Além disso, é necessário intensificar as pesquisas direcionadas à proteção e ao conhecimento da fauna dessas áreas. Conduzida com dificuldade por poucos, a conservação poderia envolver muitos outros colaboradores, se todos conhecessem o que queremos preservar. Por Maurício E. Graipel, Fernando V. B. Goulart, Marcos A. Tortato, Luiz Gustavo R. O. Santos e Ivo R. Ghizoni Jr., do *Projeto Parques & Fauna*, do *Departamento de Ecologia* 

e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

A onça-parda ou leão-da-montanha (*Puma concolor*), segundo maior felino da América, foi registrada na RPPN do Caraguatá, a apenas 50 km de Florianópolis, capital de Santa Catarina

importância de nossa biodiversidade é pouco conhecida. Talvez por esse motivo se assista passivamente à ameaça de extinção de espécies da fauna
silvestre decorrente da destruição de seus hábitats.
A extinção de uma espécie em uma região altera as
relações entre as espécies sobreviventes, gerando desequilíbrios ecológicos que afetam a qualidade ambiental e muitas vezes têm conseqüências indesejáveis também para as populações humanas, dificultando ou inviabilizando, por exemplo, o controle de
pragas ou reduzindo a produtividade agrícola.

Muitos desses problemas poderiam ser evitados. O conhecimento de nossa fauna e o planejamento de áreas naturais associadas a ambientes urbanos ou agrícolas pode ajudar a manter a biodiversidade, contribuindo para elevar nossa qualidade de vida.

A mata atlântica foi o bioma brasileiro mais afetado pela ocupação do território. As maiores concentrações urbanas do país situam-se em áreas antes cobertas pela floresta litorânea. No entanto, o conhecimento da sociedade sobre a fauna desse bioma é mínimo. Animais extraordinários vivem nas matas de muitos parques e reservas, inclusive os próximos às cidades — ou seja, são nossos vizinhos! Impressiona o espanto de algumas pessoas quando vêem imagens desses animais e ficam sabendo que estão bem perto.

Para muitos, a onça-parda ou leão-da-montanha (Puma concolor) é uma espécie que só existe nos filmes norte-americanos, enquanto a jaguatirica (Leopardus pardalis) vive apenas nas florestas intransponíveis da Amazônia. Mas isso está longe de ser verdade. De modo similar, o graxaim, ou raposa (Cerdocyon thous), é comum na maior parte das florestas brasileiras, e a única espécie de marsupial com hábitos aquáticos em todo o mundo, a cuícad'água (Chironectes minimus), ocorre na maioria dos córregos e rios de ambientes florestais do país. E quem sabe disso?

É verdade que dificilmente os animais da nossa fauna são vistos. Os fragmentos remanescentes da mata atlântica – bioma com a maior biodiversidade do país e uma das maiores do mundo – situam-se em áreas de relevo acidentado, justamente onde é mais difícil a ocupação humana. Além disso, as matas são muito densas e nossos mamíferos, por exemplo, são em sua maioria noturnos e esquivos. Para a sorte deles, pois, se ficassem bem à vista, muitos já estariam extintos!

As pesquisas também são poucas e recentes. Portanto, o conhecimento sobre a biodiversidade brasileira ainda é escasso. Então como fazer para divulgar e conservar essa diversidade, se a mata atlântica foi quase totalmente destruída?

Embora a mata atlântica ocupe hoje menos de 10% da área de cobertura original, muitos fragmentos estão protegidos em unidades de conservação. A maioria delas existe apenas no documento que as criou – são as chamadas reservas de papel –, mas ainda assim contribuem para preservar plantas e animais. Quando algum investimento é feito na fiscalização dessas áreas, os resultados, para a conservação, podem ser surpreendentes. Esse parece ser o caso de algumas unidades de conservação estudadas no sul do Brasil.

#### Uma fauna variada

A equipe do Projeto Parques & Fauna da Universidade Federal de Santa Catarina vem realizando um levantamento da fauna silvestre de quatro dessas unidades, para promover o conhecimento da fauna, em especial dos mamíferos, e avaliar se tais áreas de fato asseguram a preservação de animais. Os dados vêm sendo coletados desde 2004 por meio de entrevistas sobre a gestão e o manejo dessas unidades e de registros dos animais em seu dia-a-dia — quase sempre 'noite-a-noite', no caso dos mamíferos. O projeto é apoiado pela organização não-governamental Conservação Internacional do Brasil, pela Associação Reserva Ecológica do Caraguatá e pelo Programa Funpesquisa da Universidade Federal de Santa Catarina.

As fotografias são obtidas com armadilhas fotográficas, tecnologia até poucos anos só usada em países desenvolvidos (ver 'Mamíferos em foco', em CH nº 183). Trata-se de uma máquina fotográfica ligada a um sensor de calor e movimento, que dispara a objetiva quando o animal passa à frente. Foram instaladas 30 armadilhas fotográficas a intervalos de 1 km em trilhas e carreiros (caminhos usados pelos animais) de quatro unidades de conservação de Santa Catarina. As máquinas foram mantidas em campo por pelo menos 12 meses. Os estudos já foram concluídos no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Caraguatá, e estão em andamento na Reserva Biológica do Aguai e na RPPN Leão da Montanha. Foram obtidos mais de 3,5 mil registros fotográficos de animais silvestres, que permitem estudos sobre comunida-



O graxaim, ou raposa (*Cerdocyon thous*), é um canídeo comum no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e na maior parte dos remanescentes florestais de nossas cidades, onde felinos de maior porte são raros ou desapareceram

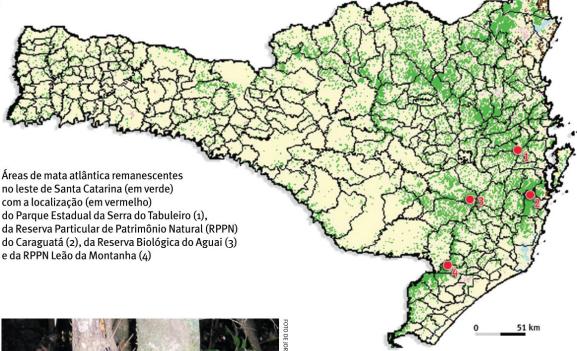


A cuíca-d'água (*Chironectes minimus*), único marsupial com hábitos aquáticos, carrega seus filhotes em uma bolsa similar à dos cangurus, inclusive quando está dentro d'água ou mergulhando. São comuns na maior parte dos córregos de nossas matas

des animais, populações, uso de hábitats, horários de atividade e outros aspectos ecológicos.

Os resultados indicam uma melhor preservação da diversidade de mamíferos na RPPN do Caraguatá, embora esta tenha apenas 4,3 mil hectares (1 ha tem 100 m por 100 m), enquanto o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro é 20 vezes maior (90 mil ha). Esse desempenho é atribuído ao bom número de fiscais – um ou dois para cada mil hectares – na reserva, o que inibe a caça. O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro tem fiscalização deficitária e sofre maiores pressões, em seu entorno, de atividades turísticas e agropastoris e de projetos imobiliários. Como os métodos de estudo e o esforço de amostragem são







A armadilha fotográfica tem um sensor de presença que dispara a máquina fotográfica quando o animal passa em seu raio de ação



O gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), do tamanho de um gato doméstico, é outro felino comum nos parques estudados

diretamente comparáveis entre as duas unidades, o número de registros das espécies pode ser considerado um indicativo de sua abundância, em especial se considerarmos apenas um registro por dia da mesma espécie em cada equipamento.

O número total de espécies foi similar na RPPN do Caraguatá (16) e no Parque da Serra do Tabuleiro (15). Das 12 espécies mais abundantes, 10 foram registradas na RPPN do Caraguatá, incluindo espécies perseguidas por atacarem criações, como onça-parda, jaguatirica e irara (Eira barbara), e espécies de carne apreciada, como tatu-galinha (Dasypus novemcinctus), paca (Cuniculus paca), cutia (Dasyprocta azarae) e cateto ou porco-do-mato (Pecari tajacu). Duas dessas espécies – jaguatirica e paca – não foram registradas no Parque Estadual.

Na RPPN do Caraguatá, os animais mais comuns foram o tatu-galinha (média de 2,16 registros a cada 100 dias), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus* – 1,88), a jaguatirica (1,26), o graxaim (*Cerdocyon thous* – 1,02) e o quati (*Nasua nasua* – 1,02). Já no Parque da Serra do Tabuleiro os mais abundantes foram o graxaim (4,93 registros a cada 100 dias), o gato-do-mato-pequeno (3,71) e o tatu-galinha (1,54). Algumas espécies observadas em estudos anteriores nas duas áreas não foram registradas nas fotografias. Chama a atenção a ausência da jaguatirica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: além de não ter sido fotografada agora, a espécie também não foi observada em várias pesquisas realizadas ao longo de quase 20 anos na unidade.



Em unidades de conservação onde a fiscalização é mais efetiva foram registradas espécies como irara (*Eira barbara*) (A), tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*) (B), porco-do-mato ou cateto (*Pecari tajacu*) (C) e paca (*Cuniculus paca*) (D)

Em geral, quando um ecossistema sofre desequilíbrio ecológico, ocorre não só o desaparecimento de espécies situadas no topo da cadeia alimentar (carnívoros maiores) ou redução de sua abundância, mas também o aumento populacional de espécies pouco seletivas quanto ao uso do hábitat e à dieta (chamadas de 'generalistas'). Esse parece ser o caso do graxaim no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Já a maior abundância do gato-do-mato-pequeno nesse parque pode ter como causas a menor pressão exercida por felinos maiores, ausentes (caso da jaguatirica) ou menos abundantes nessa unidade (caso do gatomaracajá – *Leopardus wiedii* – e da onça-parda).

#### Divulgar para proteger

Os resultados deste estudo indicam que é possível conservar a biodiversidade, mas que isso exige, nas unidades de conservação, o comprometimento de seus gestores e proprietários e planos de manejo eficientes. Além disso, é necessário divulgar a existência dessas unidades, a importância biológica de sua fauna e o esforço de preservação de seus responsáveis. Essa divulgação não deve ser dirigida apenas à comunidade científica, mas também à sociedade, à mídia e às instituições financiadoras.

É necessário que nossa sociedade conheça outros animais além dos que vivem na África (leão, girafa e elefante, por exemplo). Ou do 'lobo mau' que vive nas florestas, como contam as crianças ao entomologista Ângelo Machado, do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais. Este

não deixa de informar a elas que o 'lobo mau' da história infantil não vive aqui e que o lobo brasileiro – o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) – é diferente, por ser um lobo bom, que não ataca as pessoas e gosta de frutas.

A onça-pintada (*Panthera onca*) talvez seja o mamífero brasileiro mais conhecido, graças à sua presença em histórias em quadrinhos, como 'A turma do Pererê', de Ziraldo, e as historinhas do caipira 'Chico Bento' e do índio 'Papa-Capim', de Maurício de Sousa. Mesmo assim, foi praticamente extinta em muitas de nossas matas: em Santa Catarina não há registros confiáveis da espécie desde o final da década de 1980.

A divulgação de nossa fauna, associada à vontade de preservação por parte dos responsáveis por unidades de conservação (mesmo as de pequeno tamanho, como a maioria das reservas particulares), pode contribuir para que seja atingido o objetivo de manter e proteger nossa biodiversidade. Nesse contexto, além de implantar uma fiscalização efetiva nas unidades de conservação, é importante mudar a concepção dessas áreas como grandes zoológicos com as portas fechadas para a sociedade. Afinal, uma das principais alavancas para a criação de parques e reservas, em todo o mundo, foi a conscientização ecológica. Um maior conhecimento sobre os animais de nossa fauna estimularia o interesse da sociedade pela proteção desse patrimônio inestimável e contribuiria, em última análise, para melhorar nossa qualidade de vida.



ECOLOGIA Insetos conhecidos por suas ferroadas podem ajudar a conter pragas

# Vespas: de vilãs a parceiras

As vespas, insetos pertencentes ao mesmo grupo que formigas e abelhas, são mais conhecidas por suas dolorosas ferroadas do que por sua ecologia. Na verdade, elas são inimigos naturais de outros insetos que se alimentam de plantas. Uma colônia de vespas do gênero *Polybia* com 40 mil indivíduos, por exemplo, pode capturar mais de mil lagartas de borboletas por dia. Estudos sobre a atuação predatória de vespas sociais têm demonstrado o seu potencial para o controle biológico de várias espécies de insetos consideradas pragas agrícolas, o que reforça a importância de investigar melhor as interações ecológicas entre vespas e herbívoros. Por Fábio Prezoto, Simone Alves de Oliveira Cortes e André Carneiro Melo, do Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Comportamento e Biologia Animal), do Laboratório de Ecologia Comportamental da Universidade Federal de Juiz de Fora (MG).

Figura 1. Vespa solitária (Eumeninae) transportando lagarta de borboleta recémcapturada (A), e ninho de barro, construído também por vespa solitária (B)

s vespas são insetos com dois pares de asas membranosas, 'cintura fina' e um ferrão, embora tais características não estejam presentes em todas as espécies. Há cerca de 100 mil espécies conhecidas, amplamente distribuídas pelo planeta, exceto nas regiões mais geladas, e podem ser classificadas, de acordo com sua organização social, em solitárias e sociais. No Brasil, muitas dessas espécies também são chamadas de marimbondos.

O grupo das vespas solitárias, com mais de 98% das espécies conhecidas, inclui as parasitóides e/ou predadoras de um amplo leque de invertebrados, como lagartas, grilos, percevejos, pulgões, baratas e aranhas. As parasitóides põem os ovos sobre as vítimas e suas larvas alimentam-se do corpo destas. A palavra inglesa wasp (que deu origem a 'vespa') significa 'carregador de cadáver', e provavelmente foi atribuída a tais insetos porque algumas espécies carregam as

> presas para seus ninhos (figura 1). Entre as vespas solitárias há desde espécies com poucos milímetros de comprimento, como as do gênero Trichogramma, que parasitam ovos de outros insetos, até algumas com mais de 5 cm, como as do gênero Pepsis, que caçam aranhas.

Algumas vespas solitárias põem seus

ovos sobre as vítimas no ambiente natural, como Cotesia flavipes, parasitóide da lagarta Diatraea saccharalis (conhecida como broca da cana-de-açúcar), mas outras precisam de um ninho para abrigar a prole. Para isso, podem ocupar cavidades preexistentes (saliências no solo ou em troncos), cavar orifícios no solo ou construir ninhos com barro – estes associados, 🖁 com freqüência, a construções humanas. 🖇





Figura 2. Colônia da vespa social *Polybia paulista* em construção urbana (A) e colônia da vespa social *Polybia platycephala* em plantas de jardim (B)

#### As vespas sociais

Nas espécies de vespas sociais os indivíduos vivem juntos e formam colônias, nas quais se observam diferenças de comportamento entre os integrantes e, em algumas espécies, também diferenças morfológicas, o que resulta na presença de castas especializadas. São reconhecidas, nesses casos, duas castas básicas: as fêmeas maiores (identificadas pelo abdômen avantajado) são as rainhas, responsáveis pela postura dos ovos. Os demais indivíduos, menores, são os operários, que mantêm o ninho, buscam alimentos e defendem a colônia contra inimigos.

São conhecidas pouco mais de 900 espécies de vespas sociais, das quais 552 (56,67% do total) vivem nas Américas e 319 (32,75%) só no Brasil. Essas vespas exibem três características fundamentais: presença de cooperação entre integrantes da colônia no cuidado com a prole, sobreposição de gerações convivendo na colônia e divisão de tarefas (rainhas e operárias).

Essas vespas constroem ninhos – 'vespeiro', 'caixa de marimbondo', 'enxu' etc. – embaixo de folhas, em troncos de árvores e em cavidades naturais de rochas ou cupinzeiros abandonados. Os ninhos também são instalados em áreas urbanas, seja em construções humanas (em beirais, vigas de madeira e outros locais) ou em plantas de praças e jardins (figura 2). Para a feitura dos ninhos, as vespas geralmente usam fibras vegetais decompostas. Elas trituram as fibras nas mandíbulas e misturam com saliva, produzindo um material semelhante ao papel, que protege contra a umidade e ajuda a manter a temperatura interna. Algumas espécies adicionam barro no processo, o que confere ao ninho coloração e resistência particulares.

Os ninhos são muito diversos, variando desde um único favo descoberto, com cerca de 5 cm de diâmetro e poucas dezenas de células, até ninhos com mais de 50 cm de comprimento, que podem permanecer ativos por anos, com vários favos sobrepostos envoltos por uma 'capa', abrigando milhões de células (figura 3). A formação de novas colônias ocorre em geral na época quente e úmida do ano (primavera e verão), por 'enxameagem' ou fundação independente. No primeiro processo, um enxame com várias rainhas e centenas ou milhares de operárias deixa a colônia original e busca um local adequado para instalar o novo ninho. Na fundação independente, a nova colônia é iniciada por apenas uma vespa ou um grupo com poucos indivíduos.





O clima tropical, no Brasil, favorece o desenvolvimento das colônias durante todo o ano. Nas regiões de clima temperado, as vespas só estão ativas na primavera e no verão, passando, principalmente durante o inverno, por um período de hibernação.

Vespas adultas alimentam-se de néctar, obtido de flores variadas, em especial as de corola curta, já que o aparelho bucal curto desses insetos dificulta a coleta de néctar nas de corola longa. Ao buscar néctar, as vespas podem carregar o pólen em seu corpo de uma flor para outra, contribuindo para a polinização da planta visitada, em mais um importante papel ecológico (figura 4). As larvas das vespas precisam de proteínas, obtidas das presas capturadas pelos adultos (figura 5), mas larvas de vespas sociais também podem consumir o néctar coletado nas flores.





Figura 3. Ninho da vespa social *Mischocyttarus drewseni*, com poucas dezenas de células (A), e ninho da vespa social *Protonectarina sylverae*, com cerca de 50 cm de altura e mais de 30 mil indivíduos (B)



Figura 4. Vespa Synoeca cyanea visitando flores do campo para obter néctar



Figura 5. Vespas Polistes simillimus dividindo uma porção de lagarta de borboleta (de cor verde) recém-capturada

#### Controle de pragas

As vespas obtêm cerca de 90% a 95% da proteína que consomem de lagartas de borboletas ou mariposas, segundo estudos de vários pesquisadores. A preferência por esse grupo específico de presas revela o potencial de uso de vespas sociais para o controle biológico de pragas de diversas culturas, já que as lagartas representam o principal grupo de herbívoros que ataca plantas cultivadas.

Do ponto de vista ecológico, o emprego de vespas para eliminar as lagartas das plantações é vantajoso se comparado ao uso de inseticidas. Além de não ter efeitos tóxicos para os humanos e o ambiente, a predação por um inimigo natural não leva ao surgimento de resistência, em curto prazo, no insetopraga. Além disso, o manejo de colônias de vespas sociais junto às lavouras tem custo mais baixo que o do controle químico de pragas.

O controle biológico pode ser bem eficaz. Uma colônia bem desenvolvida da vespa Polybia paulista pode abrigar cerca de 50 mil indivíduos adultos, que capturam mais de mil presas por dia. Assim, uma colônia da espécie ativa por quatro anos pode eliminar mais de 1,5 milhão de lagartas nesse período. Em 🚆 estudo pioneiro realizado no Brasil, por um dos autores (Prezoto) e pela entomóloga Vera Lígia Machado, a associação de colônias da vespa social Polistes simillimus ao redor de uma plantação de milho resultou em grandes reduções da incidência de lagartas que atacam essa cultura: 77,16% no caso da lagarta-do-cartucho (Spodoptera frugiperda) e 80% no caso da lagarta-da-espiga (Helicoverpa zea), após a introdução das colônias na plantação. Os pesquisadores constataram aumento de cerca de 15% na produtividade das culturas associadas a colônias de vespas, em relação a culturas sem essa associação, mantidas nas mesmas condições.

Outros estudos, sobre presas capturadas pela vespa social *Polybia platycephala* em ambiente urbano, mostraram que as principais 'vítimas' dessa espécie foram larvas de mosquitos (33,4% do total de presas), além de formas aladas de cupins e formigas. Esse resultado indica o potencial dessa espécie de vespa na redução da população desses outros insetos, considerados pragas urbanas. Além do controle biológico, as vespas representam um potencial inexplorado para variadas áreas da ciência, entre elas a medicina e a sociobiologia.

Os maiores obstáculos para o uso de vespas no controle de pragas talvez sejam o temor das ferroadas e o desconhecimento de seu valor econômico, como inimigo natural de herbívoros, e de suas características ecológicas e comportamentais. É importante lembrar que a ferroada é um comportamento defensivo, que só ocorre quando a colônia é perturbada. É possível estudar e manejar as colônias evitando o risco de ferroadas, mas para isso é preciso conhecer o comportamento das espécies e treinar de modo adequado o pessoal envolvido.

O pouco conhecimento da ecologia das vespas torna difícil afirmar quais espécies estão ameaçadas de extinção. É possível, no entanto, que algumas já estejam desaparecendo, já que a eliminação e a redução da cobertura vegetal original contribuem diretamente para extinção desses insetos. Para avaliar esse aspecto e definir estratégias de manejo e conservação das espécies são necessários estudos científicos em diferentes ambientes (preservados e com interferência humana).

As vespas sociais de regiões neotropicais, como o Brasil, constituem um recurso valioso da biodiversidade, em função de suas interações ecológicas e do seu potencial como agente de controle biológico. Ampliar os conhecimentos sobre a ecologia, a biologia e os comportamentos desses insetos ajudará a diminuir a impressão negativa que a população tem sobre eles. É preciso divulgar cada vez mais que esses insetos são benéficos e estão mais para amigos do que para inimigos da humanidade.

# O direito e a construção da cidadania

A partir das últimas décadas do século 20, a linguagem dos direitos começou a se incorporar ao debate político brasileiro. O aparecimento, nos anos 70, dos movimentos de defesa dos direitos humanos, especialmente os relativos à vida e à integridade física dos que enfrentavam a ditadura; a luta pela reconquista dos direitos de participação política no início dos anos 80; a efetiva atuação, na segunda metade dos anos 80, de diversos setores da sociedade civil no processo constituinte de que resultou a Constituição de 1988 - tudo isso revela a força do direito no país. Mas a promulgação da Constituição Federal, que converteu os direitos da Declaração da Organização das Nações Unidas em direitos legais no Brasil, foi a principal referência da incorporação dessa linguagem dos direitos ao debate político brasileiro.

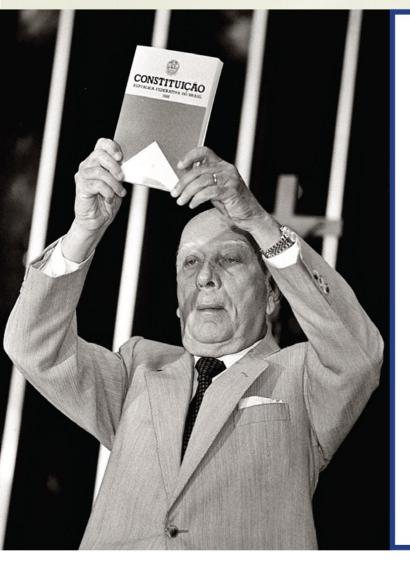
principal característica da Constituição de 1988, chamada de Constituição Cidadã, é ter estabelecido o mais completo sistema de direitos individuais e coletivos - prevendo, entre outros, o direito à cultura, a um meio ambiente saudável, à associação sindical, à proteção jurídica, à informação, ao lazer, à integridade moral - e convertido esse conjunto de direitos fundamentais em seu núcleo básico. No preâmbulo do texto, ela institui "um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício de direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o desenvolvimento, o bem-estar, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos...". Ao definir os fundamentos do Estado brasileiro, caracterizando-o como Estado Democrático de Direito, estabelece seu compromisso com a cidadania e com a dignidade da pessoa humana, fixando, em seu artigo 3º, os objetivos centrais do Estado brasileiro, destacando a construção de uma sociedade justa e a luta contra a pobreza, a desigualdade e a discriminação.

Mas esse conjunto de direitos fundamentais não pode ser visto, como em muitas constituições do passado, apenas como uma defesa da autonomia dos indivíduos e da sociedade (contra um poder público inimigo), propiciada pela criação de um sistema fechado de garantias da vida privada. A nova Constituição não configurou um Estado liberal exclusivamente comprometido com a defesa dos velhos direitos subjetivos individuais. Além de assegurar a au-

tonomia privada, ela pretende garantir e estimular a autonomia pública, comprometendo-se com a ampliação do seu círculo de intérpretes e estabelecendo uma interligação entre os direitos fundamentais e a democracia participativa.

De nada valeria a constitucionalização de um amplo sistema de direitos fundamentais se, ao lado dele, não se fixassem instrumentos capazes de efetivar normas que assegurassem de modo eficaz direitos ainda não regulamentados. É preciso, portanto, lutar contra as omissões do poder público para garantir a efetividade dos direitos constitucionalmente assegurados.





#### A NOVA CONSTITUIÇÃO

Desde que se tornou nação independente, em 1822, o Brasil teve sete constituições. A primeira, de 1824, vigorou durante todo o Império; a segunda veio em 1891, após a Proclamação da República, em 1889. As duas seguintes – uma de 1934 e a outra de 1937 – ocorreram durante a chamada Era Vargas. Em 1946, após a redemocratização do país, foi promulgada nossa quinta Constituição, que, formalmente, prevaleceu até 1967. Nesse ano entrou em vigor uma nova carta – largamente emendada em 1969 – elaborada sob pressão dos militares para legalizar o regime instalado no país com o golpe de 1964. No dia 5 de outubro de 1988, após mais de duas décadas de autoritarismo, finalmente foi promulgada a atual Constituição da República Federativa do Brasil.

O novo texto, elaborado por um Congresso Constituinte, contou com a ativa participação de políticos históricos como Ulysses Guimarães (1916-1992) e Mário Covas (1930-2001). Entre outras tantas mudanças introduzidas na nova Constituição estão o estabelecimento de eleições majoritárias em dois turnos; o voto facultativo para cidadãos com 16 ou 17 anos; maior autonomia aos municípios; estabelecimento da função social da propriedade privada urbana; proibição do comércio de sangue e derivados; leis de proteção ao meio ambiente; fim da censura em jornais, tevês, rádios, teatros etc.

**Roberto Barros de Carvalho** *Ciência Hoje*/PR

Diferentes das regras do direito privado, as normas constitucionais relativas aos direitos fundamentais revelam programas de ação, mas não foram completamente regulamentadas. São quase sempre vagas e esquemáticas. Concretizar o sistema de direitos fundamentais pressupõe uma atividade interpretativa, que será tão mais democrática quanto maior o número de atores políticos envolvidos no processo de interpretação da Constituição.

É justamente por não prescrever o regime da aplicabilidade imediata da maioria das normas relativas aos direitos fundamentais que se espera a decisão política da comunidade de participar de fato do grupo de intérpretes da Constituição. E não há outra forma de viabilizar esse mecanismo senão por meio da criação, pelo próprio ordenamento constitucional, de instrumentos processuais que, utilizados pelos intérpretes do texto constitucional, possam garantir verdadeiramente os direitos fundamentais.

#### **Novos instrumentos**

Diferentemente das constituições do passado (ver 'A nova Constituição'), a Constituição de 1988 criou mecanismos para garantir sua concretização. A efetividade das normas constitucionais que protegem os direitos sociais depende do grau de participação dos cidadãos ao ideal constitucional e da vigilância de seus destinatários. São justamente os intérpretes informais do texto constitucional que podem evitar que as políticas públicas destinadas a atender demandas sociais não sejam destruídas por interpretações presas ao velho paradigma liberal, defensor da autonomia privada.

É contra esse não-fazer que a Constituição de 1988 erige instrumentos processuais – como o mandado de injunção e a ação de inconstitucionalidade por omissão – capazes de dar efetividade às normas que garantem direitos, sobretudo direitos sociais ainda não regulamentados de modo eficaz. Nesses casos,

o dever de ação do Estado se associa à necessidade de pôr fim à omissão.

Nossa Constituição tem diversos (e novos) mecanismos que permitem que determinados intérpretes informais de seus preceitos possam deflagrar processos judiciais. Isso ocorre, por exemplo, no mandado de segurança coletivo (que pode ser impetrado por partido político, organização sindical, entidade de classe ou associação legalmente constituída, em defesa dos interesses de seus membros); na ação popular (em que os cidadãos podem pedir a anulação de ato lesivo ao patrimônio público, à moralidade administrativa, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural); na denúncia de irregularidades por qualquer cidadão, partido político, associação ou sindicato ao Tribunal de Contas da União; no mandado de injunção, sempre que a falta de norma regulamentadora torne inviável o exercício de direitos e liberdades constitucionais e das prerrogativas inerentes à nacionalidade, à soberania e à cidadania; e na ação de inconstitucionalidade por omissão, que pode ser proposta, entre outros, por partidos políticos, confederações sindicais ou entidades de classe de âmbito nacional.

O processo de concretização da Constituição depende, portanto, da capacidade de controle, por parte da comunidade, das omissões do poder público. Por outro lado, não devemos esquecer que a eficácia normativa do nosso amplo sistema de direitos depende também do trabalho das instituições encarregadas do seu cumprimento. Na qualidade de intérprete último da Constituição, o Poder Judiciário tem papel proeminente.

Do ponto de vista jurídico, a sociedade brasileira está inteiramente aparelhada de instrumentos processuais constitucionais para defender seus direitos fundamentais, individuais e coletivos. E disso tem feito uso. Como nunca no passado, os brasileiros estão lutando na Justiça por seus direitos constitucionais, e a consciência da cidadania cresce. Nos últimos 20 anos fomos capazes de instituir um tipo diferente de espaço público, o judicial. Transformamos a esfera judicial em uma arena política por meio de uma cidadania juridicamente participativa. Na origem do cada vez mais discutido processo de 'judicialização' da política está a promulgação da nossa Constituição Cidadã, com seu amplo conjunto de direitos e com seus mecanismos de luta contra as omissões do poder público.

Após 20 anos, o momento é de comemoração. Fomos capazes de superar o autoritarismo e reconstruir o Estado de Direito, agora Democrático, promulgando uma Constituição que representa um consenso, ainda que formal, em torno de princípios universais. Estamos inscrevendo tais princípios em nossa cultura e em nossa história política. Para isso, o processo de 'judicialização' da política não precisa invocar o domínio dos tribunais nem defender uma ação paternalista por parte do Poder Judiciário. Não se trata de contar com algum tipo de ativismo judicial que atue como uma espécie de regente republicano da cidadania brasileira. A própria Constituição de 1988 criou os mecanismos processuais que buscam dar eficácia aos seus princípios, e essa tarefa é responsabilidade de uma cidadania juridicamente participativa que está sujeita à atuação dos tribunais, é verdade, mas depende sobretudo do nível de pressão política que se fizer sobre eles.

#### **Gisele Cittadino**

Programa de Pós-graduação em Direito, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

# CONHEÇA NESTE LIVRO OS FATOS QUE MUDARAM NOSSA FORMA DE VER A NATUREZA • GÁS HILARIANTE • REFLEXO CONDICIONADO • MENTE ELÉTRICA • A FUNÇÃO DOS ANTICORPOS • A ORIGEM DAS ESPÉCIES • CONTINENTES À DERIVA • REGISTROS DO RITMO CARDÍACO ... PEÇA JÁ SEU EXEMPLAR 0800 727 8999 www.cienciahoje.org.br

# Contribuição para o debate geográfico

Paisagem, espaço e sustentabilidades: uma perspectiva multidimensional da geografia

João Rua (org.)

Rio de Janeiro, editora PUC-Rio, 330 p., R\$ 35

livro é resultado da recente produção do corpo docente do Departamento de Geografia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), a qual está orientada por duas linhas de pesquisa. A primeira, 'Transformação da paisagem', reúne os quatro artigos iniciais. A segunda, 'Espaço e sustentabilidades', agrupa os últimos cinco artigos.

A abrangência dessas duas linhas de pesquisa permite que o livro trate de temas diversos como biodiversidade, sistema de informação geográfica (SIG), evolução de encostas, ética, exploração do trabalho, entre outros, o que faz com que o leitor possa sempre encontrar algo de seu interesse. Esse formato parece apontar uma tendência do mercado editorial: livros organizados com diversos autores e temas.

Mesmo assim, já na introdução, o organizador e mais dois co-autores deixam claro a preocupação em articular essas duas linhas de pesquisa, na busca da interdisciplinaridade, de modo a que as pesquisas da linha 'Transformação da paisagem' considerem também a dimensão social e cultural, ao mesmo tempo em que as pesquisas da linha 'Espaço e sustentabilidades' incorporem a dimensão natural. Essa proposta metodológica

baseia-se em autores como os sociólogos franceses Jacques Augustin Berque e Edgard Morin, entre outros, e é apoiada conceitualmente pela idéia de sustentabilidade do economista francopolonês Ignacy Sachs e do cientista político Roberto Pereira Guimarães, ambos propondo diversas perspectivas ao desenvolvimento sustentável. O geógrafo Milton Santos [1926-2001] é também trazido para a discussão do espaço e sua distinção da paisagem, além de vários outros autores.

Os artigos, em sua maioria, trazem uma nítida preocupação com a fundamentação teórica das pesquisas apresentadas, o que resulta em densas discussões conceituais e articulação entre autores. Mesmo os artigos que se apresentam mais como ensaios reflexivos (como o primeiro e o segundo da segunda parte) trazem essa característica. O artigo sobre o uso de sistemas de informações, ao articular essa técnica com o conceito de espaço geográfico, assume uma posição, de certa forma, intermediária entre as duas linhas de pesquisa.

Ao justificar o curso de geografia inserido no Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio, os autores da introdução propõem, no lugar da geografia física, uma geografia "mais ecológica". Com isso, observa-se, na primeira parte, uma tendência ao uso de conceitos biológicos, como ecossistema, bioma, ecologia, ou antropológicos, como populações tradicionais, paleoterritórios. Por uma opção teórica, abriu-se mão, por exemplo, do conceito de 'domínio morfoclimático e fitogeográfico', que articula, além da relação clima-vegetação do bioma, os outros componentes da paisagem geográfica como relevo, solos e hidrografia. Da mesma forma, o conceito de geossistema poderia dar apoio teórico-metodológico às pesquisas que trazem a perspectiva sistêmica, como aquela do segundo artigo da primeira parte.

Assim, tem-se a impressão de que a interdisciplinaridade resultou em uma articulação conceitual mais forte entre a geografia e algumas ciências circunvizinhas (ecologia, antropologia e também história, filosofia e sociologia) do que internamente, entre geografia humana e geografia física. Esta última quase nunca é mencionada, ainda que alguns artigos sejam muito bons exemplos desse campo do conhecimento, como aquele que trata da evolução da paisa-

gem. Os artigos, com apenas duas exceções, abrem mão de representações cartográficas, mesmo quando elas se fazem convenientes, a exemplo daquele que trata da reprodução do espaço urbano ou o que estuda as clareiras de deslizamentos. Muitas vezes, isso é compreensível, dadas as dificuldades editoriais que o universo de imagens impõe.

Na segunda parte, a opção pela perspectiva global/local das interpretações do espaço geográfico incorre na ausência quase absoluta do conceito/categoria de região. Vale ressaltar que todas estas opções teóricas são coerentemente expressas nos conteúdos dos artigos, resultados das pesquisas. Pode-se discutir, no entanto, em que medida elas atenderiam a um dos objetivos explícitos do livro: "retomar a tradição geográfica tendo como relação central a sociedade-natureza".

Estruturalmente, o livro traz artigos mais longos com vastas bibliografias, mas também artigos mais breves, com poucas referências, o que, provavelmente, reflete uma dinâmica departamental na qual diversas pesquisas se encontram em estágios diferentes de desenvolvimento, ou ainda, reflete os diferentes estilos dos autores. ora mais objetivos, ora mais reflexivos, predominando este último. Sugiro que uma próxima edição inclua um resumo curricular dos autores, de modo a que seus artigos possam ser contextualizados com o trabalho acadêmico deles.

Independentemente das opções teórico-metodológicas, já que a geografia é uma ciência plural, gostaria de salientar, para concluir, que o livro representa uma significativa contribuição científica e, sem dúvida, pode proporcionar um enriquecimento do debate geográfico.

#### Luis Antonio Bittar Venturi

Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo

## Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes

## Weferson Júnio da Graça e Carla Simone Pavanelli

Maringá, Eduem, 241 p., R\$ 55

A construção da usina hidrelétrica de Itaipu no rio Paraná, o segundo maior em extensão da América do Sul, levou seu leito a drásticas mudanças que tiveram impacto sobre as populações de peixes da área. O estudo dessas espécies às vezes requer a identificação imediata em campo dos espécimes coletados, o que é dificultado pela escassez de bibliografia especializada



Genes contra

doenças

para esse fim, bem como de uma obra que reúna as informações taxonômicas dos peixes do alto Paraná. Esse livro vem suprir essa carência, apresentando a caracterização morfológica das espécies registradas desde o reservatório de Itaipu até a foz do rio Paranapanema com as chaves de identificação para gêneros e espécies. A obra é amplamente ilustrada e contém ainda comentários sobre a biologia, distribuição e a situação econômica desses peixes, o que a torna útil para outros leitores e não apenas para pesquisadores.

#### Genes contra doenças

#### **Rafael Linden**

Rio de Janeiro, Vieira & Lent, 128 p., R\$ 22

Na última década, os genes se tornaram alvo da atenção da mídia e do público, sendo responsabilizados por toda espécie de características do ser humano, até as psicoló-

gicas. Guardadas as devidas proporções, eles têm um papel importante na área médica, pois várias doenças, tanto hereditárias quanto adquiridas, têm sua origem no mau funcionamento dos genes. Nesse novo volume da coleção 'Ciência no bolso', o autor aborda essa questão sob o ângulo da terapia gênica, técnica que utiliza genes sadios para curar doenças graves. Nos oito capítulos da obra, ele fala sobre como nasceu a idéia desse procedimento, as experiências já realizadas com portadores de doenças graves, além das controvérsias éticas e das perspectivas da terapia gênica.

#### Natureza radical: o livro dos recordes das plantas e dos animais

#### **Mark Carwardine**

Rio de Janeiro, Ediouro, 168 p., R\$ 54,90

Qual o animal mais venenoso do mundo? E qual tem a audição mais aguçada? E o ol-



fato? O inglês Mark Carwardine, zoólogo, escritor, apresentador e consultor de programas de rádio e televisão sobre natureza, contou com a ajuda de mais de 150 cientistas de diversos países para responder a essas e outras perguntas sobre o mundo natural e montar o livro dos recordes das plantas e animais. Repleta de curiosidades, a obra traz também fotos dos 'recordistas'. Há, por exemplo, um lagarto que esguicha até um quarto de seu sangue para espantar os predadores, e uma flor (na verdade uma inflorescência) cujo perfume lembra o odor da carne em decomposição e que, por isso, é considerada a mais fedorenta do mundo.

#### Opção duvidosa

Sou um leitor voraz. Leio muito todos os dias e gostaria de sugerir uma avaliação comparativa sobre biocombustíveis e outras alternativas. Cada vez mais não acredito na possibilidade de os biocombustíveis tornarem-se uma opção para o mundo. É mais uma alternativa, mas com a grande quantidade de opções presentes no horizonte, nos próximos 10 anos devem surgir várias possibilidades, melhores, mais baratas e de maior produção. Exemplos de energias que vêm sendo pesquisadas e são promessas interessantes: hidrogênio, óxido de titânio, energia térmica, solar, eólica, energia das marés, nuclear etc. Seria interessante montar uma grande avaliação sobre o assunto e um quadro comparativo para uma avaliação mais técnica e menos emotiva sobre o assunto. O país corre o risco de estar apostando alto na idéia errada.

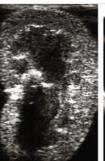
Rodrigo Couto Por correio eletrônico

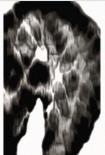
– A sugestão está anotada.

#### Crédito de imagem

Primeiramente gostaria de dizer que a edição do artigo 'Elastografia por ultrasom' (*CH* 251) ficou muito boa e que ouvi comentários elogiando o trabalho. Contudo, a figura que representa as imagens do rim de carneiro foi cedida por um colaborador (Universidade do Texas). Essa figura foi incluída por ser muito famosa no meio, mas os autores da mesma pediram para que fosse feita a referência. Achei que a referência, como foi feita, não ficou clara como sendo da imagem em questão.

Theo Pavan Ribeirão Preto, SP







#### Fauna monitorada

Parabenizo a revista pelo artigo 'Mortes nas estradas' (CH 250), que evidencia um problema ambiental importante. Gostaria apenas de fazer uma retificação sobre uma afirmativa do autor, quando diz que "apenas uma rodovia brasileira realiza o monitoramento sistemático de animais silvestres atropelados". A Concer, empresa concessionária da BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora) também faz monitoramento sistemático (nos dois sentidos, totalizando 360 km) desde 2006, através do projeto Caminhos da Fauna, pioneiro no estado do Rio de Janeiro. Estivemos inclusive no 2º Workshop sobre Atropelamento de Animais Silvestres realizado em Vila Velha (ES), citado no artigo.

Cecília Bueno Projeto Caminhos da Fauna Rio de Janeiro, RJ

#### Verdadeiro ou falso?

Soberania sobre a Amazônia. Acredito que o assunto vai além das fronteiras de atuação da Agência Brasileira de Inteligência. Se existir uma ameaça sobre a soberania da Amazônia, é melhor pressionar nossas autoridades agora do que mandar nossos soldados para uma guerra estúpida. Gostaria de ler um artigo que tratasse desse assunto.

Ubaldo Baldez Por correio eletrônico

#### Vacinação I

A utilização de vacinas para prevenção das chamadas doenças infectocontagiosas modificou a história da medicina, principalmente na área de saúde pública. Não obstante, o declínio nas taxas de mortalidade nos países industrializados relaciona-se à melhoria das condições de saneamento e ao acesso à água tratada. A vacinação em massa contra varíola, febre amarela, tétano e difteria praticamente tornou essas doenças uma ocorrência rara em nosso meio já na primeira metade do século 20. A grande conquista, nessa área, foi sem dúvida a erradicação da poliomielite (paralisia infantil), graças às campanhas sistemáticas desenvolvidas pelas autoridades brasileiras. Por outro lado, não podemos cair na tentação de acreditar que apenas o uso de vacinas trará benefícios para nossa população, como aponta o artigo publicado na seção 'Opinião' (CH nº 250). As políticas de saúde devem ser orientadas não apenas por opiniões pessoais, mas por estudos científicos que apontem evidências robustas para a tomada de decisões políticas. Será mesmo eficaz o uso de vacinas contra rotavírus, pneumococo, HPV e outros, conforme proposta dos autores? Em quais estudos devem se basear nossas autoridades para tal decisão? Não seria a situação socioeconômica a maior determinante da morbidade e mortalidade dessas doenças? Na lógica da gestão de saúde, cabem decisões que não sejam originadas na real necessidade da população? O artigo não considera essas questões.

Alberto Chamovitz Médico pediatra Vila Velha, ES

#### Vacinação II

Achei contraditório a mesma revista conter um artigo que fala da relação entre vacinação e autismo e outro valorizando a vacinação em massa.

Polyane Profilo Por correio eletrônico

#### Erro de português

Na nota 'Alzheimer: resultados animadores' (*CH* nº 251, p. 16), encontrei a palavra "estraordinários", com essa grafia, entre aspas. Procurei um dicionário para sanar minha dúvida, e nele encontrei "extraordinário". Qual estará certo?

#### Débora Pereira Por correio eletrônico

A leitora tem razão quanto ao lamentável erro de revisão.
O correto é 'extraordinário'.

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

CORREIO ELETRÔNICO:

cienciahoje@cienciahoje.org.br

CARTAS À REDAÇÃO

# Juros: os dois lados da moeda

#### **Marco Moriconi**

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

A aritmética, parte da matemática que lida com as operações elementares (adição, subtração, multiplicação, divisão, radiciação e potenciação) e que é ensinada já nos primeiros anos escolares, é de extrema utilidade no dia-a-dia. Ela está presente nas receitas de bolo, no troco de uma compra, na marcação das horas, nas taxas de lucratividade dos investimentos e (de forma mais perigosa...) no cálculo das dívidas e dos financiamentos.

Talvez, para o leitor, a expressão juros compostos soe familiar. Se não, abra os olhos, pois eles podem ser tanto a razão daquela poupança polpuda para a aposentadoria quanto de certa sensação de 'vazio' bancário.

Uma taxa de juros é um percentual calculado em cima de um valor. Por exemplo, se você tem um investimento de R\$ 1.000 em uma aplicação que rende 10% mensais de juros simples (um bom negócio, por sinal) então todo mês você recebe R\$ 100. No entanto, se você tem um investimento que rende 10% de juros compostos ao mês (um excelente negócio) e investe R\$ 1.000, no primeiro mês você receberá R\$ 100 (igual ao caso dos juros simples), mas, no segundo, você receberá R\$ 110, pois aqueles 10% irão incidir, agora, sobre a soma da aplicação inicial com o rendimento (R\$ 1.100).

Pode não parecer muito receber R\$ 10 a mais no segundo mês, mas deixe o tempo passar, e os juros

#### **DESAFIO**

Dois amigos investem R\$ 1.000 cada um. Um deles com 5% de juros simples e o outro com 0,5% de juros compostos. Depois de quanto tempo o investimento em juros compostos passará o de juros simples?

#### SOLUÇÃO DO DESAFIO PASSADO

No caso em que a rainha anuncia que há exatamente três traidores, acontecerá o seguinte: as amazonas que não são traídas sabem dos três casos de traição e, portanto, concluem que seus maridos são fiéis. Já as que são traídas sabem dos outros dois casos e concluem que seus respectivos maridos são traidores. Assim, todas as três sacrificariam os maridos infiéis no mesmo dia do anúncio feito pela rainha.

compostos farão sua 'mágica'. O rendimento no 12° mês será de R\$ 285,30, quase o triplo dos R\$ 100 mensais dos juros simples. No 24° mês, você ganhará R\$ 895,43. Nada mal (eu disse que essa aplicação era um bom negócio).

Você pode estar pensando que a coisa ficou assim porque estávamos usando uma taxa de juros exorbitante (que existem em países como... bem, você sabe). Mas a 'magia' dos juros compostos, aquela explosão repentina, tarda, mas não falha. Por exemplo, uma taxa de juros compostos de 1% ao mês (que é mais ou menos o que as aplicações bancárias pagam atualmente) para um investimento inicial de R\$ 1.000, dá, no primeiro mês, R\$ 10 e, depois de 12 meses, R\$ 11,15.

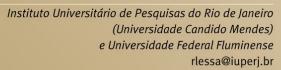
Certo, de novo, não parece muito. Mas e depois de 30 anos? (dê um palpite, sem ler a resposta aí abaixo). Bem, teremos uma renda (no 360° mês) de R\$ 355,93. E se você não mexeu em nada, um total acumulado de R\$ 35.949,64. Nada mal, não?

Esse é o lado bom dos juros compostos, quando eles funcionam a seu favor. Porém, da mesma forma que os investimentos podem crescer maravilhosamente, dívidas também podem (mas, nesse caso, não vale o advérbio 'maravilhosamente', a menos que você seja um banco de empréstimos!). E vale lembrar que os juros do cheque especial, do empréstimo pessoal, do cartão de crédito etc. não são só altos, mas também compostos! Por exemplo, neste momento, eles são de 8,52% para o cheque especial. Caso prático: se você começa hoje com uma dívida inicial de R\$ 1.000 no cheque especial, ao final de um ano ela será de R\$ 2.667,57 (caso a taxa de juros se mantenha constante no período).

Em tempo: Forma prática de calcular juros compostos. Vá à janelinha do Google e digite p\*(1 + i)\*\*n, onde \* significa multiplicar; \*\* elevar a; 'p' é a aplicação ou dívida; 'i' é a taxa de juros escrita na forma decimal (exemplo, 8,52% = 0,0852); e 'n' é o número



#### **Renato Lessa**





# A Constituição faz 20 anos

A Carta de

tal como ele é,

indica o que

ele deve ser

esde que o Brasil conheceu os rudimentos de um processo democrático - a partir de 1946 -, o período aberto com a Constituição de 5 de outubro de 1988 é o mais duradouro. A Carta de 1946 foi revogada pela força do Golpe de 1964, que legou ao país uma Constituição outorgada em 1967 e uma Emenda Constitucional, em 1969. Esta deu 'forma legal' ao arbítrio, se é que isso faz algum sentido. Assim, a Carta de 1988, com seus 20 anos, é o documento mais longevo do processo de democratização brasileiro.

Com a redemocratização do país, a partir de 1985, a onda de reformas e expectativas liberalizantes incluiu a pressão pela convocação de uma Assembléia Constituinte. Os trabalhos foram concluídos em outubro de 1988, com a célebre declaração do Presidente da Assembléia, o deputado 1988, mais do Ulysses Guimarães (1916-1992), de que o texto da carta a caracterizava como que cuidar do país a "Constituição Cidadã".

Dois mitos acabaram por fixar-se na nossa percepção a respeito da Carta de 1988: o de que é excessivamente detalhista e o de que estabelece direitos em excesso, sem conseqüências práticas.

Os que defendem a primeira opinião julgam que a qualidade de uma Constituição depende de sua concisão. Tomam a Constituição dos Estados Unidos como exemplo, esquecidos das incontáveis peças de jurisprudência, produzidas pela Suprema Corte daquele país, nos últimos dois séculos, e que valem como orientação e aplicação constitucional. A Carta brasileira foi produzida em inédito ambiente de abertura à participação externa: emendas populares foram apresentadas e sempre foi intensa a presença do público, por vezes em contato direto com os constituintes.

Além disso, graças à orientação do relator da Constituição, senador Mário Covas (1930-2001), o processo de elaboração foi descentralizado. Nada semelhante ao processo tradicional, no qual uma comissão de notáveis prepara o texto e a Assembléia o vota, com poucas alterações.

Os detalhes da Constituição expressam as orientações ali fixadas pelos constituintes, envolvidos em sua elaboração por meio de um processo altamente includente: todos estiveram envolvidos em comissões e subcomissões, não se limitando, pois, a votar resultados finais.

O segundo mito diz respeito à extensão e à inaplicabilidade dos direitos incluídos na Carta. Com efeito, a Constituição de 1988 distingue-se das demais pelo papel e pela força ocupada pelos direitos dos cidadãos, em seu Preâmbulo e no capítulo dos Direitos Fundamentais. O próprio Estado brasileiro é ali definido como um "Estado Democrático de Direito". Isso significa que, mais do que um conjunto de instituições e leis, o Estado tem fi-

> nalidades éticas e sociais, concretizadas em uma série de direitos fundamentais, acompanhados de mecanismos processuais para torná-los eficazes.

A Constituição de 1988 difere, ainda, de textos constitucionais caracterizados pelo simples estabelecimento das regras que devem governar a interação dos cidadãos. Tais textos apresentam-se como neutros e cuidam apenas da definição dos procedimentos a serem seguidos pelos indivíduos e pelos grupos sociais - trata-se, pode-se dizer, de um tipo de

Constituição 'prefigurada pelos fatos'. Na Carta de 1988, dá-se o contrário: o texto constitucional, mais do que cuidar do país tal como ele é, indica o que ele deve ser. Nesse sentido, o texto sempre estará em dissonância com a experiência imediata, por constituir um programa permanente de democratização do país, com implicações fortemente igualitárias.

É fundamental que o país 'aprenda' a Constituição. Além dos direitos, ali estão estabelecidos os mecanismos para concretizá-los. No lugar do vago patriotismo sazonal que nos assalta em eventos esportivos, seria interessante que adotássemos aquilo que certa vez o filósofo alemão Jürgen Habermas definiu como "patriotismo constitucional".